Volumenmessungen am Euter der Ziege und ihre Beziehungen zur Milchleistung

Friedhelm Junge

1962

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und
Konstitutionsforschung der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Dr. H. Bauer

VOLUMENMESSUNGEN AM EUTER DER ZIEGE UND IHRE BEZIEHUNGEN ZUR MILCHLEISTUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

von

Friedhelm Junge

Diplomlandwirt und Tierarzt

aus

Neumarkt/Opf.

München 1963

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Ullrich

Referent: Prof. Dr. Dr. H. Bauer

Tag der mündlichen Prüfung: 27.2.1962

Die im Text auf Seite 16 erwähnten Abbildungen sind mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät weggelassen und können in der Fakultätsbibliothek und im Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München eingesehen werden.

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
Einleitung		1
I.	Anatomie und Physiologie des Euters	3
II.	Literatur zur Meßmethodik des Euters	9
III.	Eigene Untersuchungen	15
	Material	15
	Methodik	16
	Ergebnisse	22
IV.	Diskussion	30
V.	Zusammenfassung	41
	Literatur	44
	Lebenslauf	50

EINLEITUNG

Die Tierzüchtung, die nur mit phänotypischen Merkmalen arbeitet, ist überholt. Unbestritten und erstaunlich aber bleiben ihre Erfolge bei der Verbesserung der Leistung und Form unserer Haustiere. Heute tritt mehr und mehr eine Tierzüchtung nach dem Genotyp unter Zuhilfenahme der Statistik und der Biometrie an ihre Seite, um ein Stagnieren in der Weiterentwicklung der Konstitution unserer Haustiere zu verhindern.

Wenn in dieser Arbeit nun trotzdem wieder die Rede sein wird von der Messung eines phänotypischen Merkmals, so nur deshalb, weil die Eutergröße, d.h. das Volumen des Euters, am lebenden Tier wegen der meßtechnischen Schwierigkeiten objektiv durch keine der bisher angewandten Methoden ganz erfaßt worden ist und somit eine Lücke in diesem Beurteilungssystem klafft.

In vielen Fällen genügen auch heute noch phänotypische Selektionen der Tiere, nämlich dort, wo die Zuchten auf niederem Niveau stehen. Dabei ist es wünschenswert, möglichst schnell die Leistungsfähigkeit eines Tieres zu erkennen. Milchkontrollen geben dem Züchter zwar sicheres Zahlenmaterial in die Hand, doch bedarf dies kostbarer Arbeit und Zeit, ehe ein endgültiges Urteil über ein Tier gefällt werden kann.

Durch die Beurteilung äußerer Konstitutionsmerkmale kommt man schneller zum Ziel. Voraussetzung ist jedoch, daß eine sehr enge Beziehung zwischen dem phänotypischen Merkmal und der Leistung besteht.

Das Bemühen um die Aufklärung derartiger Beziehungen ist wohl so alt wie die Tierzucht selbst. Früher ist es das Auge des guten Züchters gewesen, das subjektiv den Wert des Tieres aus seiner Gesamterscheinung erkennen wollte. Später sind zur Objektivierung der Tierbeurteilung und zur Schaffung vergleichbarer Daten der LYDTINsche Meßstock und die "Idealmaße" als Zuchtziel eingeführt worden.

Diese Idealmaße sind von Zeit zu Zeit geändert worden. Das hatte seinen Grund einmal darin, veränderten Anforderungen an die Tiere gerecht zu werden, zum andern, aber nicht zuletzt auch darin, daß vielen dieser Maße eine echte anatomisch-physiologische Zweckmäßigkeit fehlte.

Dieses kompromißlose subjektive Formendenken kann heute als überholt angesehen werden und ist einer stärkeren Beachtung der Gesetzmäßigkeiten des gesamtbiologischen Geschehens gewichen, in die es auf Grund exakter anatomisch-physiologischer Forschungen einzudringen gilt.

Herr Professor Dr. Dr. H. Bauer stellte mir die Aufgabe, die Beziehungen zwischen Größe der Milchdrüse und Milchleistung an der Ziege zu untersuchen.

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES EUTERS

Das Ziegeneuter besteht aus zwei durch das Septum getrennten etwa gleichgroßen Milchdrüsen. Die Euterform ist bei jungen Ziegen in der ersten Laktation etwa halbkugelförmig und nimmt bei älteren Tieren meist eine kegelförmige Gestalt an.

> "Die Zitzen treten, abgesehen von einer kleinen ringförmigen Andeutung an der Zitzenbasis, übergangslos aus dem Euter hervor" (TURNER 1939).

Die Drüsen- und Zitzenzisternen sind relativ groß.

> "Das Euter ist durch ein System von bindegewebigen Blättern und Bändern an die kaudale Bauchwand und indirekt über Fasern des tendo praepubicus am Beckenboden befestigt. Diese Haltevorrichtung nimmt ihren Ausgang von der mit elastischen Fasern durchsetzten tunica flava. Die vier Hauptblätter dieses Aufhängeapparates bilden eine Kapsel um die Drüsenkörper. Die beiden seitlich der linea alba entspringenden Blätter ergeben zusammen das doppelblättrige stark elastische Septum, die seitlichen, oberhalb der oberflächlichen Leistenringe von der Fascie abzweigenden Bänder den lateralen Teil der Kapsel" (ZIEGLER und MOSIMANN 1960).

Das Euter sitzt je nach dem Alter der Tiere der Bauchwand mehr oder weniger straff an. Die Euterbasis wölbt sich - wie aus den im Original ersichtlichen Bildern - sowohl von kraniodistal nach kaudoproximal als auch nach der Medianen zu. Form und Lage des Drüsengewebes sind im kranialen Bereich des Euteransatzes gut durch die Bänder zu palpieren, schwieriger im kaudalen Bereich,

> "wo das Septum mit einigen Fasern in die Beckenfugensehne übergeht und zur Bildung des Sehnenkörbchens (**scrobiculus** tendineus) beiträgt" (ZIEGLER und MOSIMANN 1960, S. 11).

Seitlich und in der Tiefe sind die am Eutergewebe liegenden Euterlymphknoten gut palpabel. Sie können als brauchbare Anhaltspunkte und Hinweise für die palpatorische Festlegung des kaudalen Drüsengewebes dienen.

Das gesunde Drüseneuter ändert besonders im Funktionsstadium ständig seine Größe, Form, Struktur und Leistungsfähigkeit.

Nach dem Melken fällt das Euter, besonders in der Zisternengegend (SWETT u.M. 1932), je nach seinem histologischen Aufbau mehr oder weniger stark zusammen (DACHS 1958). In der Zwischenmelkzeit nimmt es durch Milchspeicherung wieder an Größe zu und rundet sich ab (FILIPOVIC 1928). Durch Verlängerung der Zwischenmelkzeit soll nach FRITZ (1948) ein maximaler Füllungs- und Ausdehnungszustand des Euters erreicht werden, der für jedes Euter eine "anatomische Konstante" darstellt. GERLACH (1951) konnte dementgegen keinen konstanten Wert für eine maximale Euterkapazität oder einen Endwert der Milchbildung finden.

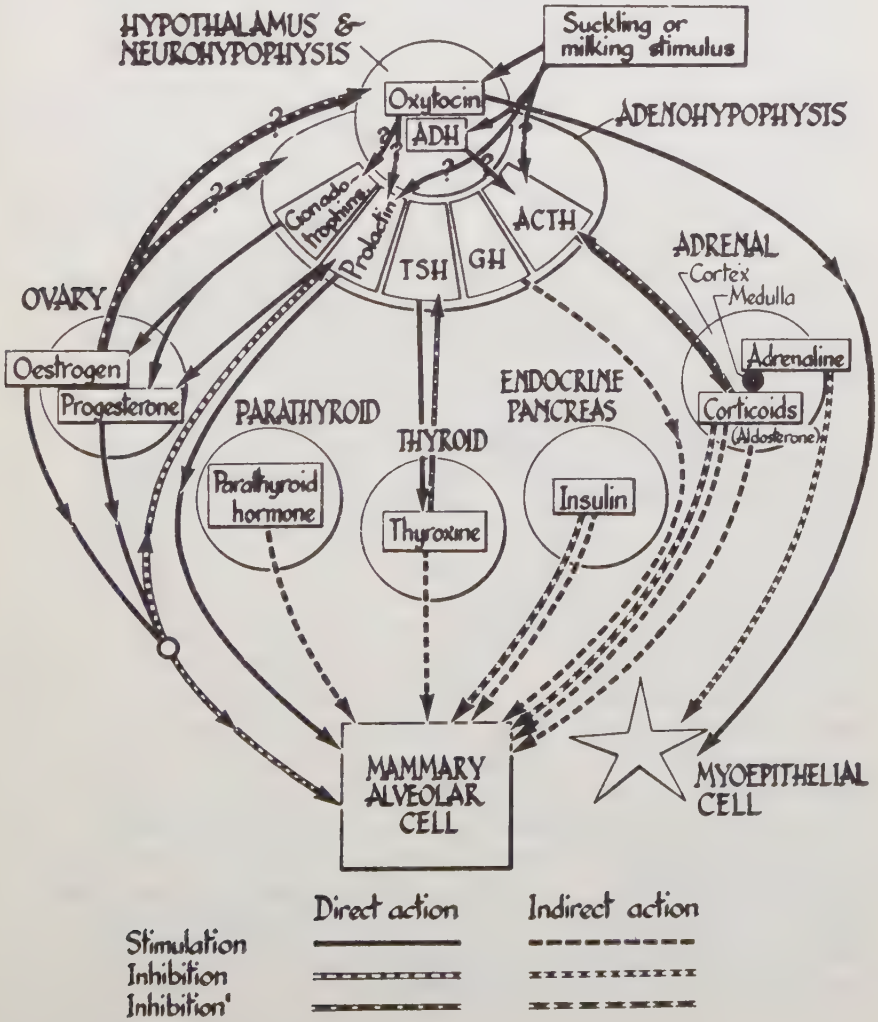
Ändern sich doch die Kapazität, die Größe und die Dehnungsfähigkeit des Organs ständig durch die wechselnden Umwelteinflüsse und die Involutionsvorgänge, die von Laktation zu Laktation, vor jeder, während und nach jeder Laktation die histologische Beschaffenheit der Drüse bedingen.

Zu Beginn der Laktation werden oft Eutervergrößerungen durch Ödeme - ohne Kapazitätsvergrößerung des Organs - festgestellt (MATTHEWS u.M. 1949). Während der Laktationsperiode findet bei guter Gewebeelastizität eine allmähliche Abflachung der Euter durch das geringerwerdende Eutergewicht statt (BLAU 1955). Besonders gegen Ende der Laktation und während der Zeit des Trockenstehens verringert sich dann die Organgröße (DACHS 1958), um bei einer fortgeschrittenen neuen Trächtigkeit wieder größer zu werden. Der Übergang vom drei- zum zweimaligen Melken äußert sich in einer Größenzunahme des Organs.

Von Laktation zu Laktation, beim Rinde etwa bis zum 9. Jahr, ist eine Zunahme der Eutertiefe (BLAU 1955), und eine Vergrößerung der Kapazität und des Leergewichts zu beobachten (MATTHEWS u.M. 1949). Durch die zunächst ansteigenden Milchleistungen des Euters müssen größere Milchmengen in den Drüsen gespeichert werden. Das führt zu einer stärkeren Beanspruchung des bindegewebigen Aufhängeapparates durch das größere Eutergewicht und zu einer dafür erforderlichen Euterkapazität.

Bei neunjährigen und älteren Rindern tritt im allgemeinen keine weitere Kapazitäts- und Leergewichtszunahme des Euters mehr ein, ja es ist im Gegenteil z.T. bereits eine Abnahme dieser Größen zu verzeichnen (MATTHEWS u.M. 1949). Die unterschiedlich starke Erschlaffung des Bindegewebes während der Alterung besonders bei noch jungen Tieren ist konstitutionsbedingt (BAUER 1955), und züchterisch zu beeinflussen.

Hinter diesen äußerlichen Veränderungen der Milchdrüse und der Milchsekretion steht ein kompliziertes, noch nicht bis in alle Einzelheiten geklärtes Wechselspiel von stimulierenden und hemmenden Hormonen. So ist es zu erklären, daß sich alle Störungen durch Krankheit, Fütterungsfehler, Klimaeinflüsse u. a. in einer Leistungsdepression zu erkennen geben. Auch die Entwicklung der Milchdrüse, ihr histologischer Aufbau während der Laktation, in der Trockenperiode, sowie die histologischen Veränderungen während des Alterungsprozesses sind weitgehend hormonell bedingt.



(KON, S.K. and COWIE, A.T. 1961, S. 168)

"Die jugendlichen Drüsenanlagen z.B. werden von Fettgewebsbezirken umgeben. Diese haben die Rolle eines Platzhalters für spätere, stürmische Parenchymentwicklung (MOSIMANN 1949). Wenn übermäßige Fetteinlagerung bestehen bleibt, haben wir es mit einem auf seiner Jugendstufe stehengebliebenen, schlecht laktierenden Euter zu tun. Es kommt nun sehr viel auf die Ausbildung der Drüsenmasse in und nach der 1. Laktation an. Die Menge des in der Trächtigkeit gebildeten Follikelhormons ist von wesentlicher Bedeutung für die Entwicklung des Eutergewebes (KOCH 1949). Bei älteren Tieren tritt an die Stelle des Fettgewebes das Bindegewebe. Es kann wieder zurückgedrängt werden, wenn eine neue Laktationsperiode zustande kommt" (BAUER 1955). Aber mit dem Alter findet beim Rind normalerweise nach der 6. bis 7. Laktation ein schrittweiser, nicht rückbildbarer Untergang der Drüsenlobuli statt (BAUER 1955). Die morphologisch-histologischen Veränderungen der Milchdrüse parallel zur Leistungsabnahme im weiteren Verlauf der Laktation erklären TRAUTMANN und FIEBIGER (1941) durch eine zahlenmäßige Verminderung der Lobuli, ZIETSCHMANN (1926) und LENFERS (1907) durch ein Kleinerwerden der Alveolen, während ARZUMANJAN (1938) beide Theorien für richtig hält. TURNER (1939) und GLEBINA (1956) erklärten es aus der Bildung inaktiven Gewebes in der Drüsenrandzone. Schließlich vertritt MOSIMANN (1949) die Ansicht, daß eine Drüsenrückbildung im Zisternenbereich, der Drüsenoberfläche und im Bereich der großen Gänge stattfindet. Nach FAUVET (1950), zitiert nach ZIEGLER-MOSIMANN (1960, Seite 122), wird durch Zufuhr von Oestrogenen das Milchdrüsenepithel vom Zustand des Abbaues (Sekretion) in den Zustand des Aufbaues zurückversetzt. Die hormonell ausgelöste und gesteuerte kontinuierliche Milchbildung (PETERSEN und LUDWICK 1942) führt nach TGETGEL (1926) zu einer Erhöhung des Euterbinnendruckes, der nach ZIEGLER und MOSIMANN (1960), SMITH (1959), GARRISON und TURNER (1936), FRITZ (1948) u. a. eine mechanische Hemmung und Sistierung der Milchsekretion auslöst, nämlich dann, wenn der Euterbinnendruck die Höhe des Blutdruckes in den Alveolen angenommen hat, also beim Rinde zwischen 25 und 40 mm Quecksilbersäule liegt. Wird das Tier zwischen den Melkzeiten stimuliert, so erfolgt ein sofortiger 10 bis 60 Minuten dauernder Milchdruckanstieg um 25 % und mehr. Dieser fällt dann nicht mehr auf seinen früheren Wert zurück, sondern stellt sich auf die Höhe ein, die während der ausgefallenen Zeit bei keiner Stimulierung erreicht worden wäre (TURNER 1935).

Im allgemeinen macht man sich diesen Effekt beim Anrüsten des Milchtieres zunutze. Dabei wird durch die stimulierende Wirkung des Oxytocins ein Herabfließen der Milch von den oberen Teilen der Milchdrüse in die Drüsen- und Zitzenzisterne bewirkt, das sogenannte Einschießen der Milch oder die Vorbereitung des Euters für den folgenden Melkakt. Durch das Melken kann die Eutermilchmenge nur etwa zu 60 % gewonnen werden. Circa 20 % bleiben als Residualmilch im Euter zurück. Auch die Milchgewinnung am exenterierten Euter ist schwierig und führt nach SWETT u.M. (1932) zu etwa 40 - 101 % des erwarteten Milchertrages, was wohl auf die unterschiedliche anatomisch-physiologische Euterbeschaffenheit hindeutet.

Stellt man die Tagesmilchleistungen mit der Laktationszeit in einem Diagramm zusammen, so ergibt sich eine Laktationskurve mit charakteristischem Verlauf. Bei unseren Versuchstieren erreicht sie durchschnittlich in der 4. bis 8. Woche der Laktation ihren Höhepunkt, um dann allmählich wieder abzufallen.

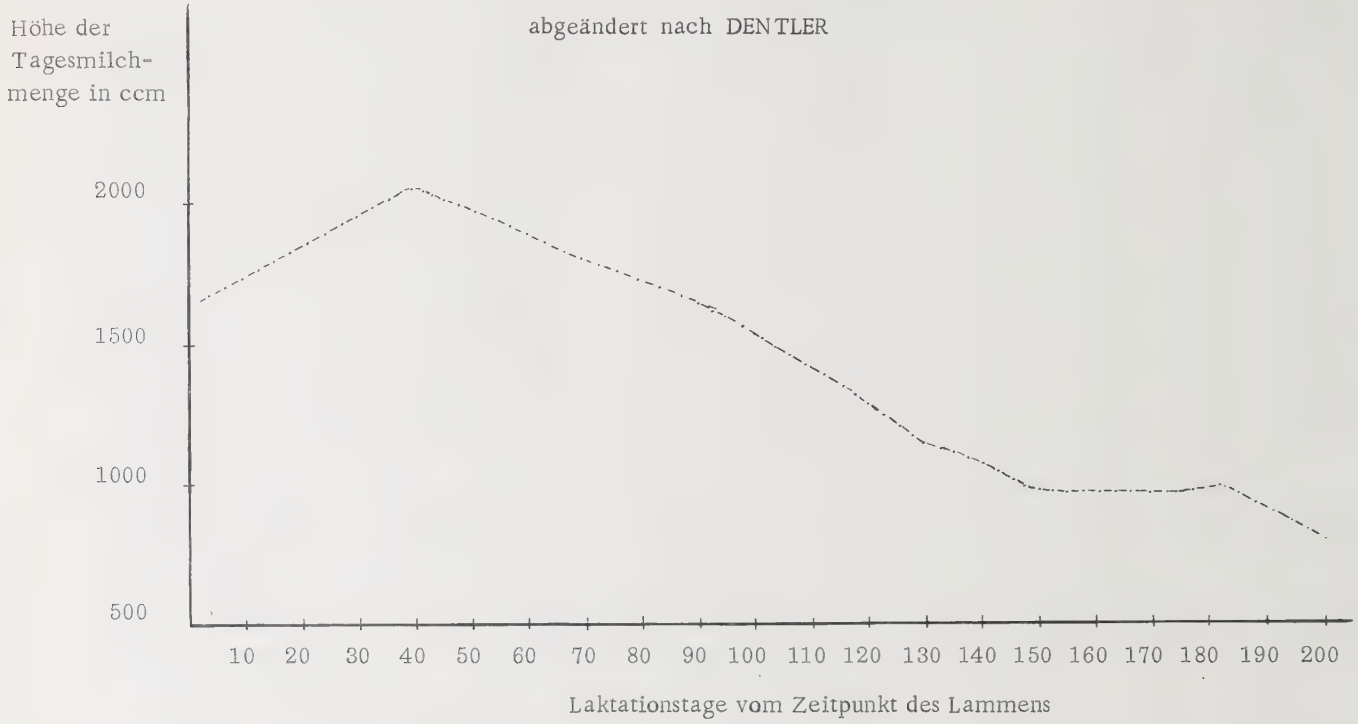
Für die Einzeltiere lassen sich Unterschiede im Verlauf dieser Kurve je nach Anstieg, Höhepunkt und Abfall erkennen (LINDLMAIER 1954). Kleinere Schwankungen sind meist umweltbedingt.

Verschiedentlich ist versucht worden, aus der Anfangsleistung oder der ersten 100 Tage-Leistung auf die Laktationsleistung zu schließen (BLAU 1961, EISENREICH und MENNICKE 1950), oder von einer Laktationsleistung auf die folgenden (GOWEN 1923), wobei unterschiedliche Ergebnisse erzielt wurden.

Diagramm I

Laktationskurve von zwei- und dreijährigen Ziegen

abgeändert nach DENTLER



II. LITERATUR ZUR MESSMETHODIK DES EUTERS

Da man die Mängel einer subjektiven Beurteilung des Euters und seiner Leistungsfähigkeit erkannt hatte, fehlte es nicht an Bemühungen, objektive Verfahren für die Euterbewertung zu entwickeln. Trotz der im allgemeinen negativen Beurteilung der Eutermessungen wurden wiederholt Arbeiten durchgeführt, die sich mit verschiedenen Einzelmaßen am Euter befaßten. Diese Untersuchungen sind z. T. mit methodischen Fehlern behaftet und untereinander kaum vergleichbar, da die einzelnen Eutermaße nicht immer einheitlich genommen wurden und die Art der Auswertung der Meßergebnisse oft voneinander abweicht (DACHS 1958).

DUERST (1931) und seine Schule (EICH, BRUN), maßen die Eutertiefe vom obersten fühlbaren Punkt der Drüsensubstanz beim Übergang in den Damm bis zur Basis der Striche. Er empfahl notfalls eine Messung von den Sitzbeinhöckern bis zur Basis der Striche. Die Euterlänge wurde zwischen den äußersten Grenzpunkten des Euters vorn und hinten parallel zur Medianebene gemessen. Die Euterbreite - nach DUERST (1931) ein weniger brauchbares Maß - wurde senkrecht zur Euterlänge gemessen. Ferner wurde von DUERST (1931) das "maximale Vorreichen" ermittelt, worunter er den Abstand des am weitesten gegen den Nabel zu vorreichenden Punktes des Euters vom Gefäßhöcker in schräger Richtung, also direkt gemessen, verstand.

HELLICH (1930) maß den oberen Euterumfang an der Euterbasis und den unteren Euterumfang über den Zitzen, ferner die Euterhöhe, worunter er die senkrechte Entfernung der Eutermitte zwischen Vorder- und Hinterstrich und der Bauchwand verstand. Nach der Formel

$$\frac{\text{oberer Euterumfang + unterer Euterumfang}}{2}$$

multipliziert mit der Euterhöhe, berechnete er Annäherungswerte für das Eutervolumen.

REINECKE (1925) nahm insgesamt fünf lineare Eutermaße. Die Messung des Euterumfangs entsprach dem oberen Euterumfang von HELLICH. Die Euterlänge wurde von ihm "vom unteren

Ende des Milchspiegels zwischen den Strichen hindruch bis zur Ansatzstelle des Euters am Bauch gemessen". Sein 'Maß c' war "die Entfernung zwischen den beiden seitlichen Ansatzpunkten des Euters zwischen den Zitzen hindruch". Das 4. und 5. Maß waren "die Strichlängen, und zwar jedesmal von den beiden hinteren und den beiden vorderen das Mittel genommen." Um aus diesen Maßen vergleichbare Zahlen zu gewinnen, multiplizierte er das Maß des Euterumfangs, der Euterlänge und sein 'Maß c' miteinander. Das Produkt ergab Vergleichszahlen. Zur Vereinfachung der Rechnungsweise addierte er diese drei oben erwähnten Maße miteinander und teilte ihre Summe durch drei.

BLAU (1955) maß den Euterumfang "in der Höhe der größten Ausdehnung" und die Eutertiefe "von der Euterbasis am Bauch in der Flanke bis zum Zitzenansatz". DACHS (1958) verwendete für seine Eutermessungen die Meßmethode von DUERST und REINECKE.

DAVYDOV und FEDOTOVA (1939) untersuchten die Eutergröße, indem sie mit dem Bandmaß den Euterumfang an der Euterbasis und über den Zitzen maßen, während sie die Euterhöhe mit dem Zirkel bestimmten.
FILIPOVIC (1928) maß "den transversalen Diameter beider ventralen und beider kaudalen Euterviertel an 10 Kühen mit dem Tastzirkel stündlich während der Zwischenmelkzeit".

REINECKE (1925) versuchte, das Eutervolumen als Ganzes nach dem Verdrängungsverfahren am lebenden Tier zu messen. Ein aus wasserdichtem Stoff angefertigter Behälter diente ihm dazu. Der Behälter wurde über das Euter gezogen. Er setzte die so gemessene Volumengröße mit seinen durch lineare Messungen gewonnenen Vergleichszahlen in Beziehung und stellte ohne weitere Anwendung des Verdrängungsverfahrens rein rechnerisch die Volumina der linear gemessenen Euter fest.

FILIPOVIC (1928) führte im Rahmen seiner Untersuchungen des Milchsekretionsvorgangs Messungen des äußeren Eutervolumens beim Rind durch. Er benutzte die Wasserverdrängungsmethode und schrieb dazu: "Es wurde hier auch mit Hilfe der Rollen und Riemen versucht, die Kuh in die Höhe zu heben, es ist aber dies auch nicht gelungen. Doch habe ich zweimal das Euter mit einem unterstellten Blechgefäß mit Wasser vor und nach dem Melken annähernd gemessen; dieses Gefäß wurde nämlich horizontal untergestellt und das verdrängte Wasser gemessen. Oben war etwa 1/3 des Euters außerhalb des Wassers".

ZORN (zitiert nach KOLLOFRATH 1947, Seite 40) palpierte die Euergröße bei Jungtieren und bildete die Form der Milchdrüse in Plastilin nach. Später vereinfachte er das Verfahren durch Anfertigung von Abdruckstempeln, die die Standardform der Hauptgrößen im Umriß wiedergaben.
DACHS (1958), MATTHEWS u.M. (1949) sowie LEIGHTON und GRAVES (1947) photographierten die Euter ihrer Versuchstiere zur Erfassung der auftretenden Veränderungen des Euters im Laktationsverlauf und zu Vergleichszwecken.

Das Eutergewicht des abgesetzten milchgefüllten Organs wurde von SWETT u.M. (1932) gemessen. Das Organ wurde zweimal postmortal gemolken und das Leergewicht bestimmt. MATTHEWS u.M. (1949) molken das Euter vor der Schlachtung aus und bestimmten das Gewicht des abgesetzten Organs. GOWEN und TOBEY (1927) setzten das milchgefüllte Organ ab und molken es postmortal. Das ausgemolkene Euter wurde zerkleinert und mit etwa 50 l Wasser ausgewaschen. Die ausgewaschene Eutersubstanz wurde in ein Tuch zum Abtropfen gegeben. Danach wurde das Gewicht bestimmt. Bei der weiteren Behandlung wurde die Eutersubstanz getrocknet und vom Fett befreit.

Zur besseren Einsichtnahme in die inneren Verhältnisse des Euters wurde von mehreren Forschern die Euterkapazität gemessen.

FILIPOVIC (1928) ließ Wasser aus 2 m Höhe in die Euterviertel eines lebenden Schlachtrindes laufen, bis das Euter strotzend voll war. Die injizierte und vom Euter zurückbehaltene Wassermenge wurde gemessen.
EICH (1929) injizierte außer Wasser auch 5 %ige Formalinlösung.
SWETT u.M. (1932) injizierten unter konstantem Druck 10 %ige Formalinlösung in eine Euterhälfte. Das Volumen der verbrauchten Formalinlösung in Kubikzentimetern wurde durch 1000 geteilt und mit 2,2725 multipliziert, daraus berechneten sie das Milchäquivalent der Kapazität.
MATTHEWS u.M. (1949) verbesserten die Methodik von SWETT u.M. (1932), indem sie die Flüssigkeit aus dem Tank mit 10 engl. Pfund Luftdruck in jedes Euterviertel preßten. Die Tanks wurden in regelmäßigen Abständen während des Füllungsprozesses gewogen, um das Ablaufen der Flüssigkeit in jedes Euterviertel zu messen. Die allgemeine Füllungszeit betrug 5 Minuten. Häufig waren 7,5 bis 10 Minuten zur Füllung großer laktierender Euter notwendig.

KRZYWANEK und BRÜGGEMANN (1930) untersuchten die Euterkapazität unter besonderer Berücksichtigung der Porosität des Parenchyms. FRITZ (1948), EISENREICH und MENNICKE (1950) und GERLACH (1951) untersuchten rechnerisch und experimentell die "maximale Euterkapazität", den "Entfaltungsraum" und "Dehnungsraum" des Euters.
SWETT u.M. (1932) versuchten, die "relative Zisternengröße" zu messen.

Kritiken zur Meßmethodik des Euters

SOMMER (1961) weist u.a. auf die vielseitige und große Bedeutung des Euters als Ganzes hin, ohne in seinen Ausführungen die Bedeutung der Größe des Organs hervorzuheben. Dies mag begründet sein in der umfangreichen Kritik, die an den Meßmethoden zu ihrer Bestimmung und den daraus resultierenden Ergebnissen geübt wird. Zudem sind aus den verschiedensten Gründen die Meinungen über den Wert der Eutergröße beim Rind als "Milchzeichen" geteilt.

SWETT u.M. (1932) halten die Eutergröße beim Rind am lebenden Tier für sehr schwer bestimmbar. "Die Euter variieren sehr stark in der Form und die genauen Meßpunkte sind schwer festzulegen. Überdies würde eine Bestimmung des Eutervolumens durch Wasserverdrängung von vielen Schwierigkeiten begleitet sein. Z.B. könnte man den durch den verschiedenen Grad der Hohlrundung der oberen Begrenzungsfläche des Euters auftretenden Fehler kaum tolerieren."
TURNER (1939) meint in bezug auf das Rindereuter, daß ein genaues Eutermaß wegen der fehlenden Meßpunkte schwer zu nehmen ist. Selbst die Zitzen hält er wegen des unklaren Übergangs zum Drüsenkörper für unzuverlässige Meßpunkte. Er hält systematische Messungen zur Feststellung des Wachstums und funktioneller Veränderungen, wie sie mit der Laktation und Involution auftreten, für unbrauchbar.
TAMMEN (1953) berichtet: "Bedingt durch die schlechte Meßbarkeit - feste Punkte fehlen am Euter - und durch den dauernden Wechsel im Füllungszustand, vielleicht aber auch durch unzulängliche Meßmethoden, kann ein mich befriedigendes Ergebnis nicht erlangt werden."
Im gleichen Sinne äußert sich FURTHMANN (o.J.): "Messungen am Euter sind vielfach schon einer scharfen Kritik unterzogen worden, da die Ansatzpunkte für die einzelnen Maße nicht genügend genau

fixiert werden können und dadurch der Fehler des einzelnen Meßwertes zwangsläufig relativ hoch wird. Bei der statistischen Verarbeitung eines solchen Materials wirkt sich dieser Umstand hauptsächlich in größeren Werten der Zufallsvarianz aus."

FEUERSÄNGER (1931), der umfangreiche Eutermessungen am Rind vorgenommen hat, kommt zu dem Ergebnis, daß die ermittelten Maße keine brauchbaren Anhaltspunkte für die Beurteilung liefern. Er führt dies auf die im Vergleich zu Messungen am übrigen Körper erheblich größeren Schwierigkeiten beim Abnehmen der Maße und auf die wechselnde Gestalt des Euters, bedingt durch die unterschiedlichen Laktationsstadien, zurück.

Auch die Versuche zur direkten Bestimmung der Eutergröße am Rind führten zu keinen brauchbaren Ergebnissen.

FILIPOVIC (1928) äußert sich zu seinen Untersuchungen der Volumengröße des Rindereuters nach der Wasserverdrängungsmethode wie folgt: "Jedoch diese Methode läßt sich keineswegs bei den Kühen durchführen, weil kein passendes Gefäß für das Wasser konstruiert werden kann, ohne daß das Wasser an den Seiten überläuft. Besonders ist dies deswegen schwierig, da das Euter kaudal erhöht ist. Weiter ist es schwierig, der Kuh solches Gefäß zwischen die Beine zu geben."

REINECKE (1925) berichtete über seinen Versuch zu direkten Bestimmung des Eutervolumens am Rind: "Praktisch hat sich diese Methode wenig bewährt, da man nur mit Schwierigkeiten und mit vieler Geduld das ganze Euter in den Behälter bekommt. Zudem zeigten die meisten Tiere, sobald das Euter mit dem warmem Wasser in Berührung kam, das Bestreben sich niederzulegen."

Wie groß der Einfluß der histologischen Beschaffenheit des Euters auf seine Beziehung zur Leistung ist, geht aus folgenden Zitaten hervor.

GRIMMER (1926): "Tiere mit gleich großen Eutern liefern verschiedene Mengen von Milch. Das hat seinen Grund in einer verschiedenen Beschaffenheit der Drüse, wobei nicht die absolute Größe des Euters, sondern die Ausbildung der Drüsenmasse im Verhältnis zum Stützgewebe den Ausschlag gibt. Bei sonst gleichen Verhältnissen muß also nicht die Kuh mit dem größeren Euter die größere Milchmenge liefern."

Auch TGETGEL (1926) stellte fest, daß eine Kuh mit kleinem Euter vielfach mehr Milch gibt als eine Kuh mit großem Euter, "was darin eine Erklärung findet, daß wir in dem kleineren Euter eine gute Drüsenmasse haben, die eine Gewähr für eine gute Adhäsionswirkung bietet, d.h., das Parenchym ist imstande, sehr viel Milch bzw. Wasser in sich aufzunehmen, ähnlich der Saugwirkung eines Schwammes."
Deshalb spricht auch DUERST (1931) den Maßen nur bedingten Wert zu. Er vertritt die Ansicht, daß Rückschlüsse aus positiven Korrelationen zwischen Eutermaßen und Leistung nur dann berechtigt sind, wenn die individuellen Euterkonstitutionen einigermaßen übereinstimmen. Er hält eigentlich nur die Eutertiefe für allgemein brauchbar.

Daß jedoch bei gleicher und guter Euterbeschaffenheit eine Beziehung zwischen der Organgröße und der Milchleistung besteht, wird von vielen Autoren festgestellt.

HELLICH (1930) wies durch seine Untersuchungen nach, daß die Milchleistung wesentlich von dem Umfang des Euters, dem Eutervolumen, abhängt.
Auch HUNOLD (1959) schreibt: "Wie aus der praktischen Züchtungs- und Beurteilungsarbeit ganz offensichtlich hervorgeht, scheinen die Merkmale des Euters aber doch zur Milchergiebigkeit der Milchdrüse in Beziehung zu stehen."
EICH (1929) kam auf Grund eigener eingehender Untersuchungen zu folgender Feststellung: "Die Eutergröße steht nach meinen Untersuchungen in einem engeren Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit als nach den früheren wissenschaftlichen Theorien über das Einschießen der Milch geschlossen werden kann."
KOLLOFRATH (1954) berichtet, daß Größe und Form des Euters beim Rind sehr eng mit der Milchleistung zusammenhängen.
REINECKE (1925) schließt aus der parellelen Entwicklung der Zunahme der Eutergröße und der Steigerung der Milchleistung vom Primitivrind zum Kulturrind auf eine Beziehung zwischen Eutergröße und Milchleistung.
Die Voraussetzungen jeder vergleichbaren Meßarbeit am Euter kommen in der Feststellung von BRUN (in DUERST 1931) zum Ausdruck, daß den Eutermaßen nur dann eine Bedeutung zukommt, wenn sie bei Kühen in annähernd gleichem Laktationsstadium und zur gleichen Tageszeit genommen worden sind.

Meßergebnisse der genannten Autoren werden in einem späteren Teil dieser Arbeit diskutiert.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Material

Für die Untersuchungen standen bunte deutsche Edelziegen zur Verfügung. Die etwa 100 Muttertiere und 50 Lämmer umfassende Herde gehört dem Lehr- und Versuchsgut Schleißheim der Tierärztlichen Fakultät der Universität München. Die Herde wird in einem geräumigen Laufstall gehalten. Die Tiere erhalten Heu, Stroh, Silage und Mineralstoffe ad libidum. Solange es die Witterung erlaubt, haben sie Weidegang. Die Weide grenzt direkt an den Stall an. Im Melkstand erhalten die Ziegen Trockenschnitzel mit etwas Hafer vermischt. Selbsttränken versorgen die Tiere mit gleichmäßig auf 15 ^{o} C erwärmtem Wasser. Die Umwelt wird weitgehend standardisiert gehalten. Die Tiere werden zweimal täglich mit der Melkmaschine gemolken. Der Bestand ist frei von Eutererkrankungen. Eine achtwöchige Trockenzeit vor dem Lammen wird genau eingehalten.

Tabelle I

Anzahl und Einteilung der Versuchstiere für die Eutervolumenmessungen

Altersklassen der Tiere	Woche der Laktation, in der die Messung erfolgte			
	8. Woche	5. Woche	10. Woche	20. Woche
i.d. 1. Laktation	-	16^{xx}	39^{xx}	39^{xx}
i.d. 2. Laktation	5^{x}	9^{xx}	19^{xx}	19^{xx}
i.d. 3. Laktation	13^{x}	3^{xx}	16^{xx}	16^{xx}
i.d. 1.-3. Laktation	18^{x}	28^{xx}	74^{xx}	74^{xx}

x) Tiere, die nach der Lebendmessung getötet wurden und deren exenterierte Euter für Messungen zur Verfügung standen

xx) lebend gemessene Tiere

An 5 Tieren wurde die Veränderung des Eutervolumens in der Zwischenmelkzeit ermittelt.

Die Prüfung der Wiederholbarkeit erfolgte für die direkte Eutervolumenmessung

a) nach der GALL'schen Methode an 49 Tieren
b) nach der Wasserverdrängungsmethode an 51 Tieren

und für die linearen Maße der indirekten Eutervolumenbestimmung an 15 Tieren.

Methodik

Ziel dieser Untersuchung war es, an einem brauchbaren Eutermaß die Beziehung zwischen Euter und Milchleistung festzustellen.

A) Untersuchungen am abgesetzten Euter zur Ermittlung eines brauchbaren Eutermaßes

Die Ermittlung dieses Maßes erfolgte an exenterierten Eutern. Die für diese Untersuchung verwendeten 18 Tiere standen in der 8. Woche der Laktation. Sie wurden 19 Stunden nach dem letzten Melken zunächst, wie im folgenden beschrieben, lebend gemessen. Dann wurden die Tiere von Herrn Dr. Gall nach Betäubung durch Entbluten getötet und sofort nach der Tötung die Zitzen oberhalb des Sphincter papillae abgebunden.

Das milchgefüllte Euter wurde an der Euterbasis unter Schonung der tiefen Rumpffascie und des Drüsengewebes, wie auf den Bildern im Orignal zu sehen ist, x) von Herrn Dr. Gall abpräpariert. Das Volumen des milchgefüllten Euters wurde durch Wasserverdrängung bestimmt. Dabei wurde das Euter bis zur Zitzenbasis in ein Überlaufgefäß getaucht, das mit etwa 20 ^{o} C warmem Wasser randvoll gefüllt war. Die durch das Eutervolumen verdrängte Wassermenge wurde wieder aufgefüllt und gewogen. Das Volumen des Euters wurde als Gewicht der verdrängten Wassermenge gemessen.

Danach wurde die Milch aus dem Euter entleert. Durch Abschneiden der Zitzenspitzen mit dem Sphincter papillae und kräftige Massage wurde dieser Vorgang (nach Hinweis von Herrn Dr. Gall) beschleunigt. Die gewonnene Milchmenge wurde gewogen und das Volumen des entleerten Euters nach der oben beschriebenen Methode bestimmt. Aus der Differenz zwischen dem Volumen des milchgefüllten und des entleerten Euters wurde die Volumendifferenz berechnet.

Vor Ermittlung des für die Untersuchung brauchbarsten Eutermerkmals durch Errechnung der Korrelationen zwischen der bestimmten Eutergröße und der Milchleistung wurde eine Methode zur Messung der Größe des milchgefüllten Euters am lebenden Tier entwickelt.

---

x) einzusehen im Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München

B) Entwicklung von Meßmethoden zur Bestimmung der Größe des Volumens des milchgefüllten Euters an der lebenden Ziege

1. Direkte Volumenmessungen

a) Einen Gipsabdruck des Euters herzustellen mißlang, darum wurde die Wasserverdrängungsmethode, die REINECKE und FILIPOVIC beim Rind ohne Erfolg praktizierten, in modifizierter Form zur Anwendung gebracht.

b) Wasserverdrängungsmethode

Das Euter der Ziege wurde in einen mit lauwarmem Wasser gefüllten Eimer getaucht und aus der übergelaufenen Wassermenge das Volumen des Euters inklusive der Zitzen bestimmt. Grundsätzlich war eine Markierung und Horizontalstellung der Euterbasis erforderlich. Die Markierung erfolgte durch Palpation und Kreidestriche. Die Horizontalstellung der von kraniodistal nach kaudoproximal verlaufenden Euterbasis wurde durch Anheben des Vorderkörpers bei feststehenden Hinterextremitäten erreicht.

Drei Personen waren für diese Messung erforderlich:

Eine Hilfsperson hob den Vorderkörper der Ziege bis zur Horizontalstellung der Euterbasis und fixierte diese Stellung.

Die zweite Hilfsperson fixierte und spreizte die Hinterextremitäten und konnte dabei die

dritte Person beim Anheben des Eimers dirigieren. Der Eimer mußte in horizontaler Haltung bis an die Euterbasis geführt werden.

Der Eimer konnte durch seine oval eiförmige Öffnung jeder Eutergröße angepaßt und ohne zu starke Schenkelabduktion bis zur Euterbasis angehoben werden.

Das Eintauchen des Euters erfolgt langsam, damit nicht mehr Wasser aus dem Eimer verdrängt wurde als dem Eutervolumen entsprach. An den Euterhaaren haftendes Wasser konnte nach der Messung in den Eimer abtropfen. Deformierungen des Euters traten beim Meßakt nicht ein.

Der Eimer wurde nach der Messung wieder randvoll gefüllt und die hierfür erforderliche Wassermenge als Maß für das Eutervolumen bestimmt. Die Volumina der Zitzen wurden nach dem gleichen Prinzip mit einem entsprechenden Meßgefäß erfaßt und von dem oben bestimmten Eutervolumen abgezogen.

Die Ziege ließ sich auch leicht und ohne Widerstreben von zwei Personen über ein fixiertes Gefäß heben (Hinweis von Herrn Dr. GALL). Dabei konnte die dritte Person das Euter gut bis zur Basis in den Eimer dirigieren.

Nach der Untersuchung wurden die Euter sofort trocken gerieben, um Eutererkrankungen vorzubeugen.

Diese Methode war schnell, einfach und sicher, ihre Meßergebnisse gut reproduzierbar. Voraussetzung hierfür sind allerdings zwei verläßliche Hilfspersonen.

c) GALL'sche Methode

Die Meßmethodik für die Reihenuntersuchung sollte möglichst von einer Person gehandhabt werden und eine spätere Anwendung zur Bestimmung des Eutervolumens beim Rind ermöglichen. Hierzu bot die GALL'sche Methodik zur Messung des Eutervolumens die besten Voraussetzungen. Herr Dr. GALL gab mir den dankenswerten Hinweis, aus einem Drahtnetz ein brauchbares Geflecht zur Abformung der Euterkonturen herzustellen. Der Draht war knickfest, durch einen Plastiküberzug nicht einschneidend, biegsam und formbeständig. Er wurde mit kleinen Aluminiumösen zu korbähnlichen Geflechten zusammengefügt. Eine Folge enger Maschen in der Medianen gab dem Geflecht einen guten Halt.

Seitlich dieser Maschenfolge wurde das Geflecht großmaschiger und die Drahtführung von Öse zu Öse wellenförmiger gehalten, um eine bessere Anpassung des Geflechtes an die Gegebenheiten des Euters zu ermöglichen. Auch der Rand des korbähnlichen Geflechtes wurde so angefertigt, daß eine gute Abformung der Euterbasis ermöglicht wurde.

Während das Drahtgeflecht dem Euter der Ziege angepaßt wurde, stand das Tier in einem etwa 1,20 m hohen Melkstand. Es erhielt zur Ablenkung von den Manipulationen bei der Euterabformung Futter vorgesetzt. Im allgemeinen verhielten sich die Tiere ruhig. Sie zeigten, nachdem ihnen die untersuchende Person und die Methodik bekannt waren, sogar Wohlbehagen während der Euterabformung und abduzierten die Schenkel, so daß es zu keinen Druckverformungen des Euters oder des Drahtgeflechtes kam. Einigen unruhigen Tieren wurde zu Beginn dieser Untersuchung (auf Hinweis von Herrn Dr. GALL) ein Tranquilizer verabreicht (Combelen).

Die Abformung der Eutergröße und -form erfolgte bei einiger Übung in etwa fünf Minuten. Je nach Eutergröße wurde ein dementsprechendes großes Drahtgeflecht verwendet und vor seiner Anpassung an das Euter vorge-

GALL'SCHE METHODE: Drahtgeflecht am Euter zur direkten Bestimmung des Organvolumens

formt, so daß am Euter nur noch die Feinarbeit zu tun übrig blieb. Die genaue Anpassung des Drahtgeflechtes an die Euteroberfläche erfolgte schematisch. Das vorgeformte Drahtgeflecht wurde dem Euter übergestülpt. Die beiden Zitzen ließ man aus zwei größeren Maschenöffnungen des Geflechtes hervortreten. Sie wurden nicht gemessen. Zunächst wurde die Folge enger Maschen in der Mitte des Drahtgeflechtes genau der Trennungsfalte zwischen rechter und linker Euterhälfte in ihrer Länge vom kranialen bis zum kaudalen gut palpierbaren Endpunkt an der Grenze zwischen Drüsenkörper und Bauchwand angepaßt und ihre mehr oder weniger scharfe Faltenform nachgeformt. Die Randschlingen des Drahtgeflechtes wurden dann der palpatorisch gut erfaßbaren Peripherie der Euterbasis angepaßt, wodurch das Geflecht bereits einen guten Halt am Euter bekam, so daß die weitere Abformung der Euterkonturen ohne Schwierigkeiten vor sich gehen konnte. Nur die Abgrenzung der Zitzenbasis erforderte mehr Zeit. War die Anformung und genaue Festlegung der Euter- und Zitzengrenze erfolgt und der Verlauf und Sitz der einzelnen Drahtmaschen nochmals auf Druckverformung geprüft, so konnte das Drahtgeflecht abgenommen werden. Dies geschah dank des elastischen und formbeständigen Drahtes ohne Verformung des Geflechtes. Das Drahtgeflecht stellte in dieser Form eine naturgetreue Wiedergabe der Euterumrisse dar.

Nach Herrn Dr. GALL wurde das Volumen des Drahtgeflechtes mit einem wassergefüllten Plastikbeutel ausgefüllt und das Wasser im Beutel als Maß für das Eutervolumen gewogen. Das genaue Ausfüllen und Messen des Drahtgeflechtes vollzog sich in einem lauwarmen Wasserbad, um ein Durchdrücken des wassergefüllten Plastikbeutels durch die Maschen oder eine Deformierung des Geflechtes durch den Wasserbinnendruck zu verhindern. Der Plastikbeutel wurde so weit mit Wasser gefüllt, bis der Wasserspiegel in der Ebene der Öffnung des Drahtgeflechtes lag.

Die Prüfung der Meßgenauigkeit dieser Methode erfolgte durch die Errechnung der Korrelation aus den am exenterierten Euter gewonnenen Volumenwerten und den am lebenden Tier gemessenen.

2. Indirekte Eutergrößenbestimmung

Neben der oben beschriebenen direkten Eutervolumenmessung am lebenden Tier wurden vergleichsweise die Länge, Breite und Tiefe des Organs mit Meßband und Meßstock ermittelt.

Die Euterlänge bestimmte sich aus der größten sagittalen Ausdehnung der linken Euterhälfte und wurde mit dem Meßstock gemessen.

Zwischen den beiden am weitesten lateral liegenden Euterpunkten wurde mit dem Meßstock die Euterbreite festgestellt, während die Eutertiefe die Entfernung zwischen dem am weitesten lateral auf der Zitzenbasis der linken Zitze und dem am weitesten kaudal auf der linken Hälfte der Euterbasis gelegenen Punkt darstellt. Zu ihrer Messung wurde das Meßband verwendet.

Diese drei linearen Eutermaße wurden zu einem Indexwert multipliziert und mit der im folgenden beschriebenen Tagesleistung und Laktationsabschnittsmilchleistung in Beziehung gesetzt.

3. Prüfung der Meßsicherheit

Die Überprüfung der Meßsicherheit der Eutermessungen erfolgte durch die Ermittlung der Intraklasskorrelation zwischen zwei unabhängig voneinander, im Abstand von etwa 5 Minuten, am gleichen Tier, von der gleichen Person und unter den gleichen Meßbedingungen gewonnenen Meßwerten des gleichen Eutermaßes nach SNEDECOR (1956).

4. Bezugsgrößen des Eutervolumens

Die Tagesmilchmenge errechnete sich aus dem Abendgemelk des Vortages und dem Morgengemelk des Meßtages, während die Laktationsabschnittsmilchleistung die Gesamtmilchleistung vom Termin des Lammens bis zum Meßtag wiedergibt. Sie errechnete sich aus den einzelnen meist wöchentlichen Kontrollabschnittsmilchleistungen, wobei die Tagesmilchmenge des in der Mitte des Kontrollabschnitts liegenden Kontrolltages mit der Anzahl der Tage des Kontrollabschnitts multipliziert wurde.

5. Methode zur Errechnung der Bezugsgröße

Die Beziehung zwischen Milchleistung und Eutermaßen wurde durch die Berechnung der Korrelation zwischen beiden Größen ermittelt. Dabei wurde nach der von SNEDECOR (1956) angegebenen Methode vorgegangen.

Ergebnisse

Es galt, das am engsten mit der Milchleistung in Beziehung stehende an der lebenden Ziege leicht und gut meßbare Eutermerkmal zu finden. Zu diesem Zweck wurden die abgesetzten Euter von 18 getöteten Ziegen untersucht. Die drei am abgesetzten Euter der Ziege gewonnenen Maße:

Das Volumen des milchgefüllten Organs,
das Volumen des entleerten Organs und
die Eutervolumendifferenz

standen, wie Tabelle 2 zeigt, in unterschiedlich enger Beziehung zur Eutermilchmenge und der Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung.

Tabelle 2

Beziehungen zwischen Maßen des abgesetzten Euters und der Milchleistung. Anzahl der Tiere = 18

Eutermaße	Eutermilch-menge	Tagesmilch-leistung	Laktations-abschnitts-milchleistung
milchgefülltes Euter	0,7227	0,7004	0,7220
entleertes Euter	0,3784	0,4982	0,5544
Volumendifferenz	0,8094	0,5142	0,4897

Das entleerte Euter, das wohl am besten von den drei Maßen die Masse der Eutersubstanz wiedergibt, war für eine Beurteilung der Euterleistungsfähigkeit unbrauchbar, obwohl eine schwache Beziehung zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung angedeutet war.

Die Beziehung der Volumendifferenz des Euters zur Eutermilchmenge war zwar die engste der untersuchten Beziehungen, woraus sich der große Einfluß der Eutermilchmenge auf die Größe des Organs ermessen läßt, aber die Beziehungen zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung waren so schwach, daß das volle Euter durch seine gleichbleibend engen Beziehungen zur Eutermilchmenge und der Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung als das bessere Maß für die Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Organs angesehen werden mußte.

Die Prüfung verschiedener Methoden zur Messung der Eutergröße an der lebenden Ziege ergab, daß mit der GALL'schen Methode zur Eutervolumenmessung und der Wasserverdrängungsmethode das Volumen des milchgefüllten Ziegeneuters in seiner Gesamtgröße am lebenden Tier direkt bestimmt werden konnte.

Auch die linearen Messungen der Euterlänge, Euterbreite und Eutertiefe führten zu einem brauchbaren Indexwert für die indirekte Bestimmung der Eutergröße.

Die durch Doppelmessungen geprüfte Wiederholbarkeit der Einzelmeßwerte der direkten und indirekten Bestimmung der Eutergröße ist aus Tabelle 3 zu ersehen.

Tabelle 3

Die Wiederholbarkeit, berechnet für Volumen- und lineare Maße am gefüllten Ziegeneuter

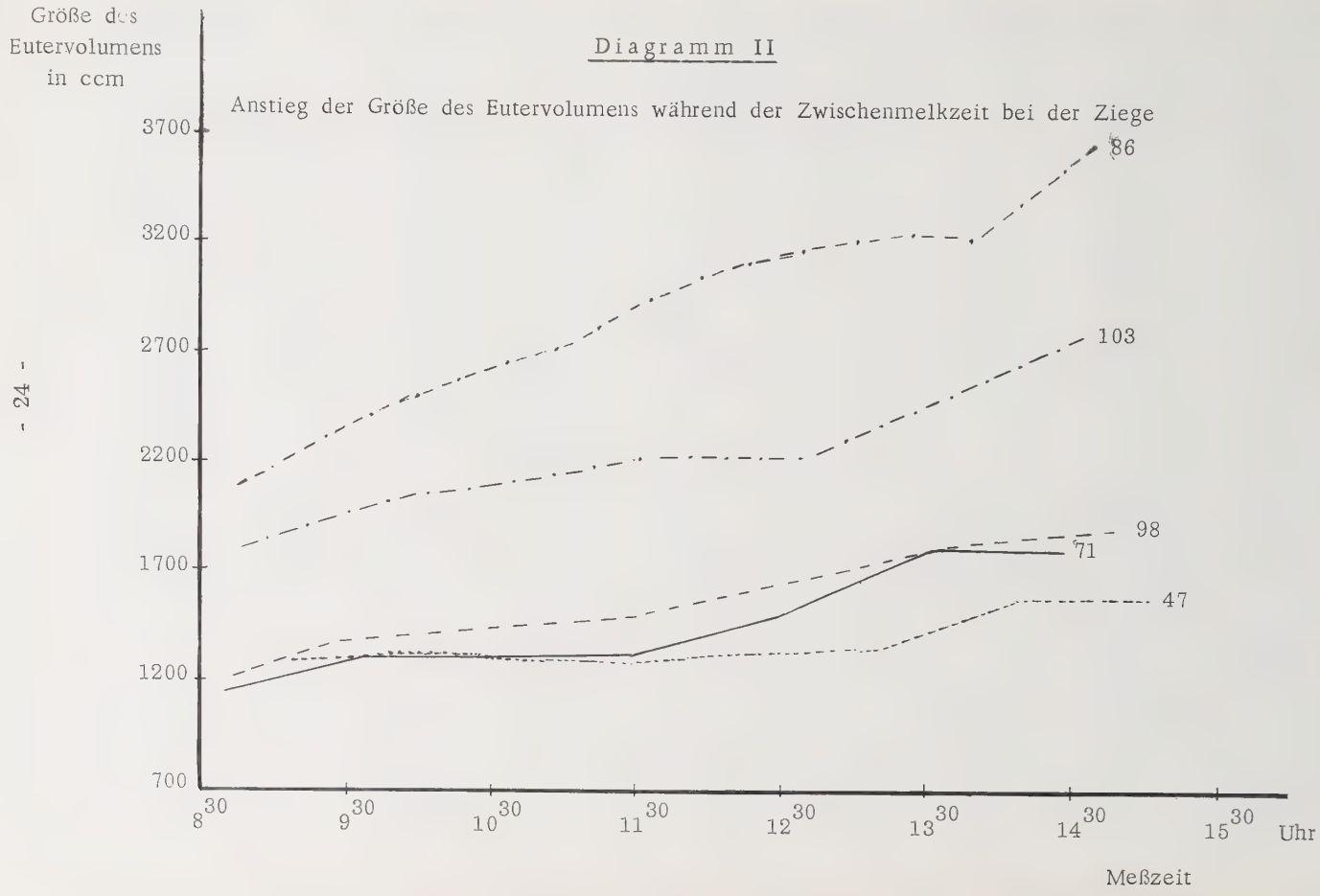
Eutermaße	Anzahl der Tiere	Wiederholbarkeit	F. Wert
Volumenmessung GALL'sche Methode	48	0,9858	140
Volumenmessung Wasserverdrängungsmethode	51	0,9952	413
Euterlänge	15	0,9672	60
Euterbreite	15	0,9547	10
Eutertiefe	15	0,8331	11

Der Beweis für die Meßbarkeit des Eutervolumens an der lebenden Ziege auf direktem Wege nach der GALL'schen Methode wurde erbracht durch Vergleichsmessungen des Volumens am abgesetzten Euter, r = 0,9710 (GALL).

Die Ermittlung der nun folgenden Untersuchungsergebnisse galt der Feststellung der Veränderungen der Eutergröße im Hinblick auf Milchsekretion, Milchleistungsvermögen und Alter der Tiere.

Diagramm II

Anstieg der Größe des Eutervolumens während der Zwischenmelkzeit bei der Ziege



Die Veränderungen des Eutervolumens in der Zwischenmelkzeit zeigten den deutlichen Einfluß einer kontinuierlichen Milchsekretion und -speicherung aber auch der Eutermorphologie und ausgelöster Oxytocinausschüttungen auf die Eutergröße, s. Tabelle 4 und Diagramm II.

Tabelle 4

Eutervolumendifferenz (ED), Eutermilchmenge (EM) und Volumenzunahme (VZ) des Euters, in der Zwischenmelkzeit zwischen 11^{00} Uhr und 13^{00} Uhr gemessen

No. des Tieres	E D in ccm	E M in ccm (Abendgemelk)	V Z in ccm zwischen 11^{00} und 13^{00} Uhr
86	1980[x]	1870	483
103	1290[x]	1180	399
98	868	905	217
71	790[x]	775	232
47	250	550	100

x) siehe Diskussion S. 36

Die Eutervolumendifferenz, d.h. das Zusammenfallen des Euters, stand bei Drüseneutern in enger Beziehung zur Eutermilchmenge, s. Tabelle 2, während das Fleischeuter, No. 47, sowohl einen sehr geringen Volumenzuwachs als auch eine geringe Eutervolumendifferenz aufwies.

Die Veränderungen der durchschnittlichen Volumengröße des Euters und der Abend- und Tagesmilchmenge von der 5. zur 10. Woche der Laktation waren für die Gesamtzahl der Versuchstiere nur geringfügig, während die in der ersten Laktation stehenden Tiere bereits eine deutliche Abnahme der durchschnittlichen Eutergröße und der durchschnittlichen Abend- und Tagesmilchmenge zeigten, vergl. Tabellen 5 und 6.

Tabelle 5

Durchschnittliche Größe des Eutervolumens (GE), des Abendgemelkes (AG) und der Tagesmilchleistung (TM) in ccm, gemessen in der 5., 10. und 20. Woche der Laktation, aufgegliedert nach dem Alter der Tiere

Alter der Tiere	Anzahl d. Tiere n	Zeitpunkt der Messungen in Wochen nach dem Lammen									
		5. Woche nach d. Lammen			Anzahl d. Tiere n	10. Woche nach d. Lammen			Anzahl d. Tiere n	20. Woche nach d. Lam	
		GE voll in ccm	AG in ccm	TM in ccm		GE voll in ccm	AG in ccm	TM in ccm		GE voll in ccm	AG in ccm	TM in ccm
i. d. 1. Laktation	16	1316	759	1830	40	1251	729	1729	39	810	419	967
i. d. 2. Laktation	9	1549	822	2233	18	1570	972	2306	19	1118	494	1175
i. d. 3. Laktation	3	1930	1093	2860	16	1920	1041	2591	16	1481	695	1560
1.-3. Laktation	28	1457	815	2070	74	1473	855	2056	74	1043	498	1149

AG entspricht weitgehend der Eutermilchmenge des im gefüllten Zustande gemessenen Euters.

Tabelle 6

Größe der Zu- und Abnahme des Eutervolumens (GE) der Abend- (AG) und Tagesmilchmenge (TM) von der 5. zur 10. und von der 10. zur 20. Woche der Laktation in ccm ausgedrückt, aufgegliedert nach dem Alter der Tiere

Alter der Tiere in Laktationen	Von der 5. zur 10. Woche p.p.			Von der 10. zur 20. Woche p.p.		
	GE voll in ccm	AG in ccm	TM in ccm	GE voll in ccm	AG in ccm	TM in ccm
i.d. 1. Lakt.	-65	- 30	-101	-441	-310	-762
i.d. 2. Lakt.	+21	+150	+ 73	-452	-478	-1131
i.d. 3. Lakt.	-10[x]	- 52[x]	-269[x]	-439	-346	-1031
1. - 3. Lakt.	+16	+ 40	- 14	-430	-357	-907

x) nur bedingt verwendbare Ergebnisse

Bei den in der 2. Laktation stehenden Tieren zeigte sich im Gegensatz dazu noch eine Zunahme dieser drei Größen. Für einen derartigen Vergleich der in der 3. Laktation stehenden Tiere ist die Anzahl der Meßwerte zu gering.

Die durchschnittliche Eutervolumengröße und die Abend- und Tagesmilchmenge nahmen von der 10. zur 20. Woche der Laktation in den drei Altersklassen ab, wobei die Veränderung der Eutergröße im Gegensatz zu der Veränderung von der 5. zur 10. Woche der Laktation hier in den drei Altersklassen relativ einheitlich war. Beachtlich ist die im Vergleich zur Abnahme der Milchmenge des Abendgemelks wesentlich größere Abnahme des Eutervolumens von der 10. zur 20. Laktationswoche.

Wie aus Tabelle 5 zu ersehen ist, stiegen sowohl die durchschnittliche Eutergröße als auch die durchschnittliche Milchleistung mit dem Alter der Tiere an. Die unterschiedlichen Zu- und Abnahmen der durchschnittlichen Eutergröße und der Milchleistung von der 5. zur 10. Laktationswoche lassen auf einen unterschiedlichen Verlauf der Laktationskurven der Erstlaktierenden und der in der zweiten und dritten Laktation stehenden Tiere schließen.

Die Größenveränderungen des Euters von Laktation zu Laktation, von der 5. zur 10. zur 20. Woche der Laktation und in der Zwischenmelkzeit wurden ermittelt.

Die Frage nach der Beziehung zwischen der veränderlichen Größe des milchgefüllten Euters und der Milchleistung wurde in drei Stadien der Laktation und des Alters am lebenden Tier untersucht. Der Grad dieser Beziehungen wurde als Korrelationskoeffizient errechnet und die errechneten Werte in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Die von der Gesamtzahl der Tiere direkt ermittelten Werte der Volumengröße des milchgefüllten Euters standen in enger Beziehung zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung; (r = 0,7654 - 0,8672) s. Tabelle 7.

Tabelle 7

Beziehungen zwischen der Größe des am lebenden Tier direkt gemessenen Volumens des milchgefüllten Euters und der Tages- (TML) und Laktationsabschnittsmilchleistung (LAL)

n = Anzahl der Tiere

Alter der Tiere in Laktationen	Zeitpunkt der Untersuchungen in Wochen nach dem Lammen								
	5. Woche p.p.			10. Woche p.p.			20. Woche p.p.		
	n	TML	LAL	n	TML	LAL	n	TML	LAL
i.d. 1. Lakt.	16	0,5637	0,6790	40	0,7777	0,6893	39	0,8510	0,7290
i.d. 2. Lakt.)	12	0,7784	0,7234	18	0,6241	0,7241	19	0,6010	0,5840
i.d. 3. Lakt.)				16	0,5213	0,2857	16	0,8730	0,8100
1.-3. Lakt.	28	0,7890	0,7654	74	0,7728	0,7798	74	0,8672	0,8551

Die Beziehungen zwischen der Eutergröße und der Tagesmilchleistung waren im allgemeinen enger als die Beziehungen zur Kontrollabschnittsmilchleistung.

Die für die drei Altersklassen ermittelten Beziehungen zwischen Eutergröße und Milchleistung führten zu keiner eindeutigen Aussage über das für Euter-

messungen günstigste Alter. Dagegen konnten gegen Ende der Laktation, in der 20. Woche nach dem Lammen, die engsten Beziehungen zwischen der Größe des milchgefüllten Euters und der Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung errechnet werden.

Daß auch die linearen Maße und der daraus errechnete Indexwert für derartige Messungen brauchbar waren, zeigten die annähernd gleichen, wenn auch meist niederen Beziehungen zwischen diesem direkt ermittelten Größenmaß des Ziegeneuters und der Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung (vergl. Tabelle 7 und Tabelle 8).

Tabelle 8

Beziehungen zwischen einem Indexwert der Eutergröße und der Tages- (TML) und Laktationsabschnittsmilchleistung (LAL)

n = Anzahl der Tiere

Alter der Tiere in Laktationen	Zeitpunkt der Untersuchungen in Wochen nach dem Lammen								
	n	5. Woche p.p. TML	LAL	n	10. Woche p.p. TML	LAL	n	20. Woche p.p. TML	LAL
i.d. 1. Lakt.	16	0,4887	0,6845	39	0,5226	0,5360	39	0,8494	0,7307
i.d. 2. Lakt.	12)	0,7366)	0,6605)	18	0,5925	0,6384	19	0,6543	0,6166
i.d. 3. Lakt.	)	)	)	15	0,3539	0,0092	16	0,8569	0,7171
1.-3. Lakt.	28	0,7195	0,7067	72	0,6566	0,6374	74	0,8789	0,8363

Das zu den Beziehungen der direkt ermittelten Volumenwerte des Euters und der Milchleistung Gesagte gilt auch für die Beziehungen des Indexwertes zu diesen Größen.

IV. DISKUSSION

A. Ermittlung eines geeigneten Eutermerkmals für die Messungen

GOWEN und TOBEY (1927), SWETT u.M. (1932), MATTHEWS u.M. (1949) u.a. untersuchten am lebenden Rind und am abgesetzten Rindereuter verschiedene Merkmale dieses Organs und setzten sie mit dem Milchleistungsvermögen in Beziehung.

In dieser Arbeit ist die Frage untersucht worden, welches Eutermerkmal mit enger Beziehung zur Milchleistung sich am besten für die Untersuchungen am lebenden Tier eignet. Dazu standen die abgesetzten Euter von 18 nach der Lebendmessung getöteten Tieren zur Verfügung, deren Milchleistungen bekannt waren und deren Euter- und Tagesmilchmenge gemessen worden sind.

Es zeigte sich, daß die Eutervolumendifferenz, die am lebenden Tier nach einer 9stündigen Zwischenmelkzeit am deutlichsten das maximale Milchfassungsvermögen des Euters wiedergibt, mit der Eutermilchmenge in sehr enger Beziehung, r = 0,8094, steht.[x] Dagegen waren ihre Beziehungen zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung weniger eng (r = 0,5142 und 0,4897). Es blieb zu untersuchen, ob bei einer gewöhnlichen, etwa 10 bis 12 Stunden dauernden Zwischenmelkzeit engere Beziehungen zwischen der Eutervolumendifferenz und der Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung bestehen. Verwischen sich doch stärkere individuelle Größenunterschiede zwischen den einzelnen Eutern bei längeren Zwischenmelkzeiten, weil der sekretionshemmende Euterbinnendruck wirksam wird.

Die Länge der Zwischenmelkzeit dürfte kaum Einfluß auf das Volumen der entleerten Milchdrüse haben, da diese Größe ja vor allem das Volumen des festen, aber verschieden stark porösen Eutergewebes wiedergibt. Infolge individueller Abweichungen der histologischen Zusammensetzung des Organs, aber auch durch die Möglichkeit einer unterschiedlich großen Aktivität des Drüsen-

x) SWETT u.M. (1932) stellten zwischen der direkt gemessenen Euterkapazität und der postmortal entleerten Eutermilchmenge keine Beziehung fest (r = 0,0516), was auf stärkere Unterschiede im Drüsenaufbau, auf ungenaue Erfassung der aktiven Euterkapazität durch Euterinfusionen oder auf eine schlechtere postmortale Milchhergabe beim Rind schließen läßt.

zellgewebes konnten keine Beziehungen zur Eutermilchmenge (r = 0,2784) und nur geringfügige Beziehungen zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung ermittelt werden (r = 0,4982 und r = 0,5544) x). Das von SWETT u.M. (1932) am Rind gemessene Euterleergewicht und die Euterkapazität sind nur bedingt mit der hier am Ziegeneuter gemessenen Volumengröße des entleerten Organs und der Volumendifferenz vergleichbar. Wenn trotzdem eine gute Übereinstimmung der Korrelationskoeffizienten besteht xx), so wäre dies ein Grund, weitere Untersuchungen über die Beziehungen am lebenden Tier meßbarer und am exenterierten Euter genau bestimmbarer Eutermerkmale anzustellen.

Schließlich wurde als dritte Eutergröße das Volumen des milchgefüllten Organs gemessen und in Beziehung zur Eutermilchmenge und der Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung gesetzt. Dieses Maß, das sowohl die Eutersubstanz als auch das im Euter befindliche Milchvolumen einschließt, stand in gleichbleibend enger Beziehung zu den drei Milchleistungsgrößen (r = 0,7227; r = 0,7004; r = 7220) und schien darum besonders für die Ermittlung des Milchleistungsvermögens geeignet.

B. Zur Problematik der Eutermessungen

Bisher erfolgten die Messungen zur Erfassung der Eutergröße meistens am Rind. REINECKE (1925), FILIPOVIC (1928), BRUN (in DUERST 1931), FEUERSÄNGER (1931), DAVYDOV und FEDOTOVA (1939), BLAU (1955) DACHS (1958) u.a. maßen die Länge, Breite und Tiefe der Rindermilchdrüse. Der Euterumfang wurde von REINECKE (1925), HELLICH (1930), BLAU (1955) u.a. bestimmt. Diese Maße wurden in einigen Fällen zu Indexwerten für die indirekte Bestimmung der Eutergröße verwendet. Um direkte Eutervolumenmessungen am lebenden Rind bemühten sich REINECKE (1925) und FILIPOVIC (1928).

---

x) SWETT u.M. (1932) stellten für das Rind eine Beziehung zwischen Euterleergewicht und postmortaler Milchleistung von r = 0,6750 fest. Die Beziehung zwischen Euterleergewicht und Kapazität wurde mit r = o,3444 errechnet. Die Beziehung der alters- und haltungskorrigierten Milchleistungen aus dem 2. bis 6. Jahr standen mit der Eutergröße und Kapazität in schwach signifikanter und signifikanter Beziehung (r = 0,5467 u. r = 0,6379).

xx) Vol. des entleerten Euters zur Laktationsabschnittsmilchmenge r = 0,5544 bei der Ziege,
alters- und haltungskorrigierte Milchleistung aus dem 2.-6. Jahr
r = 0,5467 beim Rind.

Welche Schwierigkeiten sich bei diesen Messungen am Rindereuter ergaben, beschrieben GRIMMER (1926), DUERST (1930), FEUERSÄNGER (1931), SWETT u.M. (1932), TURNER (1939), TAMMEN (1953) u.a. Sie verwiesen auf die fehlenden festen Meßpunkte am Euter, die ständig wechselnde Form und Größe des Organs, die Verschiedenartigkeit der Euterkonstitution und den am lebenden Tier nicht zu erfassenden Grad der Bauchwandwölbung an der Ansatzfläche des Rindereuters.

Es stellen sich daraus die Fragen, ob es überhaupt möglich ist, unter den besagten Schwierigkeiten eine Meßmethode zur Erfassung der Größe des milchgefüllten Ziegeneuters zu entwickeln und wie diese Methode beschaffen sein muß.

Vor Beantwortung dieser Fragen ist die Vermutung auszusprechen, daß die anatomisch-physiologischen Gegebenheiten des kleineren zweidrüsigen Ziegeneuters mit seiner einfachen Form, seinem rundlichen Umfang, dem kleinflächigen, gut palpierbaren Euteransatz und der weitgehend gleichmäßigen histologischen Beschaffenheit für eine direkte und indirekte Eutervolumenbestimmung geeigneter sind als das vierdrüsige, größere, in seiner Form und histologischen Beschaffenheit vielfältigere Rindereuter. Auch die Größe des Versuchstieres ist für die Messungen oft entscheidend. So ist bereits REINECKE (1925) und FILIPOVIC (1928) eine direkte Volumenbestimmung des Rindereuters mißglückt wegen der kaum zu beeinflussenden Haltung und Stellung des Rindes sowie der Größe und schwer erfaßbaren Ansatzfläche des Organs.

Drei Methoden zur Bestimmung des milchgefüllten Ziegeneuters am lebenden Tier wurden entwickelt und brauchbar befunden: die für die Reihenuntersuchungen angewandte GALL'sche Methode, eine Wasserverdrängungsmethode und eine Methode zur Ermittlung eines Indexwertes aus linearen Meßwerten.

a) Die unkontrollierbare Euteransatzfläche

SWETT u.M. (1932) äußerten Bedenken gegenüber einer direkten Eutervolumenbestimmung wegen der unkontrollierbaren Hohlrundung der Euteransatzfläche. Darum wurde hier ein Vergleich angestellt zwischen den am lebenden Tier nach der GALL'schen Methode gewonnenen Volumenwerten des milchgefüllten Ziegeneuters und den anschließend am exenterierten Euter ermittelten. Dieser Vergleich führte zu ermutigenden Ergebnissen. Für die eigene Untersuchung standen 18 Tiere zur Verfügung, die nach der Lebendmessung getötet wurden. Das Ergebnis, als Korrelationskoeffizient zwischen beiden Volumenwerten be-

rechnet, besitzt jedoch nur geringen Wert, da die Tötung der Tiere und die Messung des exenterierten Euters nicht unmittelbar nach der Lebendmessung erfolgen konnte. Der errechnete Korrelationskoeffizient (r = 0,8321) deutet jedoch die in einer späteren Untersuchung von GALL gefundene hohe Übereinstimmung bereits an (r = 0,9710).

b) Die fehlenden festen Meßpunkte am Euter

Nach diesem eindeutigen Beweis für die Erfaßbarkeit der Volumengröße an der lebenden Ziege mußte, die von vielen Autoren - FEUERSÄNGER (1931), TURNER (1939), TAMMEN (1953) u.a. - an den Eutermessungen beim Rinde geübte Kritik wegen fehlender fester Meßpunkte am Euter im Hinblick auf die hier angewandten Methoden an der Ziege einer Prüfung unterzogen werden.

Der Grad der Wiederholbarkeit als Intraklasskorrelation zwischen zwei unabhängig voneinander, im Abstand von etwa 5 Minuten, am gleichen Tier, von der gleichen Person und unter den gleichen Meßbedingungen gewonnenen Meßwerten des gleichen Eutermaßes scheint hierfür die geeignete Methode zur Sicherung der Meßgenauigkeit zu sein. Diese Untersuchungen ergaben hoch gesicherte Werte für die Widerholbarkeit der direkt ermittelten Volumenwerte (r = 0,9858 - GALL'sche Methode)
(r = 0,9952 - Wasserverdrängungsmethode).

Die für die Anwendung der direkten Volumenmessung erforderliche Festlegung der Euter- und Zitzenbasis ist durch ihre mehr oder weniger deutlichen Umrisse und durch Palpation möglich. Geringfügige Ungenauigkeiten bei ihrer Festlegung fallen im Hinblick auf das Gesamtvolumen weniger ins Gewicht, was die hohen Werte der Wiederholbarkeit bestätigen.

Die Werte der Wiederholbarkeit für die linearen Eutermaße liegen dagegen unterschiedlich hoch. Während für die eindeutig durch die am weitesten kranial, kaudal und lateral gelegenen Euterpunkte bestimmte Euterlänge und Euterbreite die Wiederholbarkeit hoch gesichert ist (r = 0,9672 und r = 0,9547), liegt der Wert für die Eutertiefe niedriger (r = 0,8331), was auf die zu ihrer Bestimmung notwendigen schwer fixierbaren Meßpunkte zurückzuführen sein dürfte. Wenn trotzdem die linearen Messungen in dieser Arbeit Verwendung fanden, so geschah das vor allem, um sie mit der Volumenmeßmethode vergleichen zu können.

c) Die richtige Auswahl von Versuchstier und Methode

Die direkten Volumenmessungen des Rindereuters, wie sie von REINECKE (1925) und FILIPOVIC (1928) ohne Erfolg versucht wurden, konnten an der Ziege erfolgreich praktiziert werden. Die Ziege eignet sich besonders gut dazu, da sie in jeder gewünschten Stellung oder Haltung durch Hilfspersonen fixiert werden kann. Schenkelfixierung, Aufheben des Vorderkörpers oder des gesamten Tieres ist, wenn nötig, ohne Beeinträchtigung des physischen und psychischen Befindens durchaus möglich. Vergleicht man nun diese Methode zur direkten Volumenbestimmung des Euters mit der GALL'schen Methode, so zeichnet sich die letztere dadurch aus, daß sie von einer Person allein gehandhabt werden kann und im Hinblick auf spätere Eutervolumenmessungen am Rind brauchbarer erscheint als die einfacher und schneller zu handhabende Wasserverdrängungsmethode, die zudem zwei verläßliche Hilfspersonen erfordert. In der Wiederholbarkeit ihrer Meßergebnisse sind sie gleichwertig. Für die Reihenuntersuchungen wurden darum nur die GALL'sche Methode und vergleichsweise dazu die bisher bei Eutermessungen am Rind geübte Messung linearer Eutermaße angewandt.

d) Die wechselnde Form und Größe des Euters

Die Ermittlung der Beziehung zwischen der Größe des milchgefüllten Euters und der Milchleistung beim Rind soll nach FEUERSÄNGER (1931), SWETT u.M. (1932), TAMMEN (1953) u.a. durch die ständig wechselnde Größe und Form des Organs sehr erschwert werden; denn die Milchdrüse dehnt sich in der Zwischenmelkzeit dreidimensional verschieden stark aus und erleidet Formveränderungen, welche die linearen Messungen am größeren und vielgestaltigen Rindereuter mehr als am kleineren rundlichen Ziegeneuter erschweren. Doch sind sie für direkte Volumenmessungen des Euters, die jede Formveränderung im Meßwert einschließen, ohne Bedeutung. Im folgenden gilt es, nur die nicht umweltbedingten Veränderungen der Größe am Ziegeneuter zu prüfen. So wurde in der Zwischenmelkzeit in verschiedenen Laktationsstadien sowie von Altersklasse zu Altersklasse die Eutergröße bestimmt.

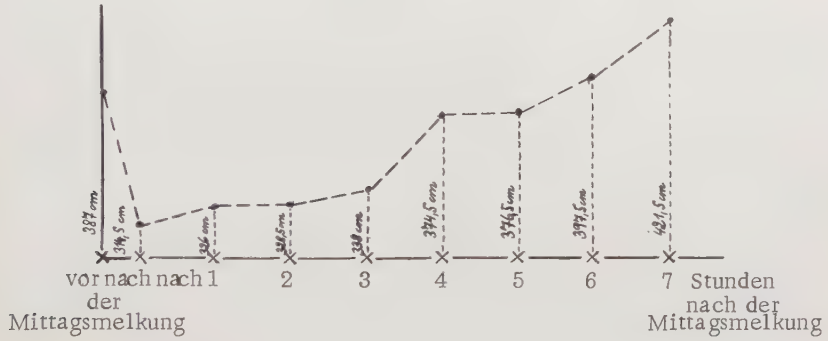
Wenn sich auch die erhaltenen Ergebnisse wegen der Unterschiede in Form und Größe des Euters, der Laktationsperiode sowie des Wachstums- und Reifungsprozesses nicht immer mit den beim Rind gefundenen vergleichen lassen, so sind doch gewisse Übereinstimmungen festzustellen.

d) Veränderungen in der Zwischenmelkzeit

Die Zunahme der Größe des Rindereuters in der Zwischenmelkzeit, wie sie von FILIPOVIC (1928) aus der stündlichen Veränderung "der Summe der transversalen Diameter beider ventraler und kaudaler Euterviertel von 10 Kühen" ermittelt wurde, entspricht den Ergebnissen von EISENREICH und MENNICKE (1950). Sie untersuchten die Milchbildung und Milchspeicherung des Rindereuters, indem sie die Eutermilchmenge nach Zwischenmelkzeiten, die sich jeweils um eine Stunde voneinander unterschieden, feststellten.

Diagramm II

Veränderungen eines Eutermaßes während der Zwischenmelkzeit nach FILIPOVIC



Die Kurve stellt die von FILIPOVIC gemessene durchschnittliche Zunahme eines Eutermerkmals in der Zwischenmelkzeit dar.

Es zeigt sich, daß die Volumenzunahme pro Zeiteinheit, abgesehen von einigen mehr oder weniger großen Schwankungen, konstant bleibt, was durch die eigenen Untersuchungen am Ziegeneuter bestätigt werden kann.

Der kontinuierliche Anstieg des Eutervolumens pro Zeiteinheit spricht für die von PETERSEN u.M. (1942) bewiesene Theorie der kontinuierlichen Milchbildung. Mit steigender Milchsekretion und größerer Anhäufung der Milch im Euter steigt der Milchdruck und beeinträchtigt schließlich dadurch die Milchsekretion und Volumenzunahme des Organs, wie aus den

Untersuchungen von EISENREICH und MENNICKE (1950) deutlich zu erkennen ist. Aus der eigenen vorliegenden Untersuchung kann wegen der Kürze der Zwischenmelkzeit keine eindeutige Abnahme des Volumenzuwachses festgestellt werden. Nur bei den leistungsschwachen Tieren No. 47 und No. 71 (siehe Tabelle 4 und Diagramm II) ist ein leichter Abfall der Kurve angedeutet, der aber durch eine vorausgegangene Stimulierung des Euters eingetreten sein könnte, woraus sich auch andere Abweichungen von der kontinuierlichen Volumenzunahme erklären lassen. Es bliebe jedoch an einer größeren Anzahl von Tieren zu klären, ob nicht vielleicht doch eine mangelhafte Aktivität des Drüsengewebes oder eine sekretionshemmende Wirkung des Euterbinnendruckes bereits vorgelegen hat. Träfe das zu, so wäre ein dreimaliges Melken auch bei weniger leistungsfähigen Milchtieren mit einer Milchertragserhöhung verbunden.

Die Volumendifferenz zwischen dem milchgefüllten und entleerten Euter, das sogenannte Zusammenfallen des Organs nach dem Melken, wurde nach der GALL'schen Methode gemessen, deren am milchgefüllten Euter ermittelten Ergebnisse eine hohe Wiederholbarkeit aufwiesen. Die Werte des Diagramms II lassen jedoch den Schluß zu, daß die Genauigkeit dieser Methode zur Bestimmung schlaffer, entleerter Euter noch geprüft und notfalls den anderen Gegebenheiten dieser Euterbeschaffenheit angepaßt werden sollte. Die Diskrepanz zwischen der Eutervolumendifferenz und der ermolkenen Milchmenge wäre durch einen Meßfehler bei der Bestimmung des Volumens des entleerten Euters oder möglicherweise durch eine Tonusänderung des Organs zu begründen. Eine exakte Untersuchung dieser Frage - eventuell mit der Wasserverdrängungsmethode - wäre angezeigt.

Das bei der No. 47 (siehe Tabelle 4 und Diagramm II) gefundene Ergebnis versteht sich aus der stark bindegewebigen Beschaffenheit des Organs. Es wird damit nur die praktische Erfahrung bestätigt, daß Fleisch- und Fetteuter weniger stark nach dem Melken zusammenfallen.

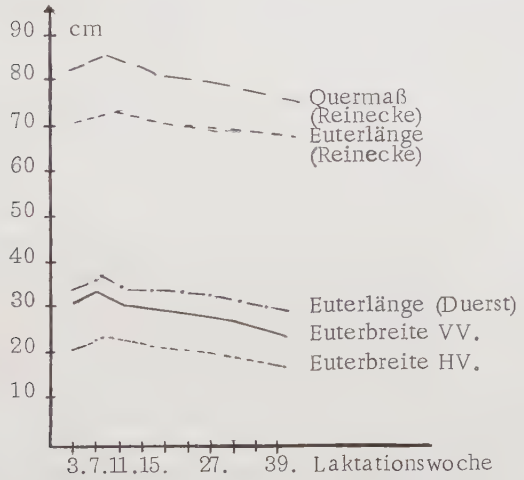
Zweck dieser Untersuchung war, einen geeigneten Meßzeitpunkt unter Berücksichtigung der Größenveränderung des Organs in der Zwischenmelkzeit auf dem Höhepunkt der Laktation festzustellen. Der für die Volumenmessungen vorgesehene Zeitpunkt vor dem Melken kann als günstig angesehen werden, da noch keine wesentliche Beeinträchtigung des Milchsekretionsvorganges durch den Euterbinnendruck eingesetzt hat. Vielleicht wäre es angebracht, derartige Untersuchungen zu verschiedenen Zeit der Laktation anzustellen.

β) Veränderungen der Eutergröße im Laktationsverlauf

Die Veränderungen der Eutergröße im Laktationsverlauf wurden von DACHS (1958) am Rindereuter untersucht.

Diagramm III

Veränderungen linearer Eutermaße im Laktationsverlauf, an der Rindermilchdrüse untersucht (DACHS 1958)



Wie sich aus Diagramm III ergibt, zeigen die Kurven der einzelnen linearen Eutermaße einen Verlauf, welcher der Laktationskurve, wenn auch in weniger ausgeprägter Form, entspricht. Das deutet eine enge Beziehung zwischen der Eutergröße und dem Milchleistungsvermögen an. Die Veränderung des Volumens des milchgefüllten Ziegeneuters während der Laktationszeit konnte im Rahmen dieser Arbeit nur durch einen Vergleich der durchschnittlichen Eutergröße und der Abend- und Tagesmilchmenge von der 5. zur 10. Woche sowie von der 10. zur 20. Woche der Laktation ermittelt werden.

Die dabei festgestellten Veränderungen der durchschnittlichen Volumengröße des Euters und der durchschnittlichen Abend- und Tagesmilchleistung von der 5. zur 10. Woche der Laktation waren für die Gesamtzahl der Versuchstiere nur gering, während sich für die einzelnen Altersklassen bereits deutliche Unterschiede ergaben. Die in der ersten Laktation stehenden Tiere zeigten

schon eine deutliche Abnahme der durchschnittlichen Abend- und Tagesmilchmenge, während diese drei Größen bei den in der zweiten Laktation stehenden Tieren noch zunahmen. Die Anzahl der in der dritten Laktation stehenden Tiere war zu gering, als daß für sie eine vergleichbare Veränderung festgestellt werden konnte. Das dafür errechnete Ergebnis ist also nur bedingt brauchbar.

Die von der 10. zur 20. Woche der Laktation gefundenen Veränderungen der durchschnittlichen Abend- und Tagesmilchmenge wiesen einen starken Rückgang sowohl der Volumengrößen als auch der Milchleistungen auf. Die Größenverminderungen der Milchdrüse waren im allgemeinen und für die in der ersten und dritten Laktation stehenden Tiere größer als die Abnahmen der entsprechenden Abendmilchmengen x), während sich diese Werte für die in der zweiten Laktation stehenden Tiere etwa glichen.

Die festgestellten Veränderungen der Organgröße stehen also, wie schon DACHS (1958) bewiesen hat, in engem Verhältnis zu den Veränderungen der Milchleistung und könnten in einer der Laktationskurve weitgehend entsprechenden Kurve dargestellt werden.

f) Altersbedingte Veränderungen der Organgröße

Die Größe des Euters und die Höhe der Milchleistung stiegen von der ersten zur dritten Laktation an. Die für die beiden Laktationsabschnitte ermittelten Veränderungen der Organgröße und der Milchleistung ließen erkennen, daß sich die Laktationskurven sowie die Organveränderungen bei den in der ersten und zweiten Laktation stehenden Tieren von der 5. zur 10. Woche der Laktation sehr stark voneinander unterschieden, während sich diese Unterschiede in der folgenden Laktationsperiode ausglichen. BLAU (1961) sagt dazu:

> "Das Alter der Kuh beeinflußt den Verlauf der Laktationskurve nur mittelbar über die Anfangsleistung. Bis zur 7. Laktation steigen die Anfangsleistungen und damit die Laktationserträge."

Diese Aussage stimmt mit den oben angeführten Beobachtungen der eigenen Untersuchung überein. Für die in der 3. Laktation stehenden Tiere konnte allerdings keine derartige Feststellung getroffen werden.

Die Frage nach dem Zeitpunkt des engsten Verhältnisses zwischen Eutergröße und Milchleistung wird im folgenden Kapitel beantwortet.

---

x) Die Abendmilchmenge entspricht weitgehend der Eutermilchmenge zur Zeit der Eutervolumenmessung.

C. Die Beziehungen zwischen der Größe des milchgefüllten Ziegeneuters und der Milchleistung

Die Volumengröße des milchgefüllten Ziegeneuters wurde direkt nach der GALL'schen Methode und indirekt als Indexwert aus dem Produkt von Euterlänge, -breite und -tiefe ermittelt. Die Volumenmessungen des Euters erfolgten in der 5., 10. und 20. Woche der Laktation. Ihre Beziehungen zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung wurden als Korrelationskoeffizienten nach SNEDECOR (1956) errechnet. Die dabei ermittelten Werte zeigen deutlich die Überlegenheit der direkten Eutermeßmethode auf. Die direkt ermittelten Eutergrößen stehen sowohl mit der Tages- als auch mit der Laktationsabschnittsmilchleistung fast durchweg in engerer Beziehung als die indirekt ermittelten. Trotzdem zeigen auch die indirekt ermittelten Indexwerte eine eindeutige, wenn auch meist geringere Beziehung zur Tages- und Laktationsabschnittsmilchleistung.

Zur Untermauerung für die bereits bewiesene Genauigkeit der GALL'schen Methode kann angeführt werden, daß sowohl nach der einen als auch nach der anderen Methode eine Aussage über den günstigsten Meßzeitpunkt zur Klärung der engsten Beziehung zwischen Eutergröße und Milchleistung im Laktationsverlauf gemacht werden kann.

Die 20. Woche der Laktation hat sich im Gegensatz zu der Feststellung von DACHS (1958) x) als günstigste Meßzeit erwiesen. Das mag seinen Grund darin haben, daß - wie bereits gesagt - die Größe des Eutervolumens von der 10. zur 20. Woche der Laktation bei den untersuchten Ziegen stärker abnahm als die Milchleistung. Demzufolge dürfte im Gesamtvolumen in der 20. Woche der Laktation die Gewebekomponente relativ geringer vertreten sein als in der 10. Woche der Laktation, was den bereits gehegten Verdacht bestätigen würde, daß das Eutervolumen weitgehend von der im Euter befindlichen Milchmenge abhängt.

Vergleicht man die Korrelationskoeffizienten der einzelnen Altersklassen nun miteinander, so findet sich das oben Gesagte bestätigt. Die in der zweiten Laktation stehenden Tiere zeigten von der 10. zur 20. Woche der Laktation Abnahmen der Milchleistung, die etwas höher als die Abnahmen der Eutergrößen lagen, woraus zu schließen ist, daß im Gesamtvolumen des Euters in der 20. Woche der Laktation ein noch relativ höherer Gewebeanteil enthalten sein mußte als bei den Erstlaktierenden. Der für die in der zweiten Laktation stehenden Tiere in der 20. Woche

x) Er ermittelte die engste Beziehung zwischen Eutergröße und Milchleistung in der 7. - 11. Woche der Laktation beim Rind.

der Laktation ermittelte Korrelationskoeffizient lag darum bedeutend niedriger (r = 0,5840) als der für die Erstlaktierenden gefundene (r = 0,7290).

Daraus kann geschlossen werden, daß die in der Untersuchung während der 20. Woche der Laktation gefundene engste Beziehung zwischen Eutergröße und Milchleistung sich bei alters- und leistungsmäßig anders zusammengesetzten Versuchstieren zu ändern vermag.

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Beziehungen zwischen Eutergröße und Tages- sowie Laktationsabschnittsmilchleistung kann eine fast durchweg engere Beziehung der Organgröße zur Tagesmilchmenge gefunden werden, was ebenfalls den oben erwähnten Zusammenhang bestätigt, welcher besagt, daß die Größe des Euters mehr mit der augenblicklichen Eutermilchmenge als mit der eigentlichen Leistungsfähigkeit des Organs in Beziehung steht.

"Wenn abschließend die in diesen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse mit denen früherer Autoren verglichen werden, dann zeigen sich an diesem Material fast durchweg engere Beziehungen als in anderen Untersuchungen. Das weist darauf hin, daß sich in dem vorliegenden Untersuchungsmaterial die Beziehungen durch Einheitlichkeit der Typenrichtung, welche die einzelnen Ziegen darstellen, deutlicher analysieren lassen. Damit wird eine Feststellung, die schon DUERST (1931) ausgesprochen hat, bestätigt, indem nämlich Schlüsse aus positiven Korrelationen zwischen Eutermaßen und Leistung nur dann berechtigt sind, wenn die individuellen Euterkonstitutionen einigermaßen übereinstimmen. Diese Voraussetzungen dürften also in der untersuchten Ziegenherde bestehen. Die Ergebnisse dieser Arbeit ermutigen daher zu weiteren experimentellen Untersuchungen über die Beziehung zwischen Milchleistung und Eutervolumen" (GALL).

"Unter Einbeziehung anderer Faktoren, besonders auch der histologischen Beschaffenheit des Euters, dürfte sich der Zusammenhang der beiden Größen noch genauer analysieren lassen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind ein Hinweis darauf, daß der immer vermutete, aber selten exakt gemessene Zusammenhang zwischen der Größe eines Euters und seiner Milchleistungsfähigkeit besteht" (GALL).

ZUSAMMENFASSUNG

Höchstes Ziel jeder Nutztierzucht sollte die Erhaltung und Verbesserung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung der gegebenen Umweltverhältnisse sein. Dazu dienen die im Rahmen der Konstitutionsforschung erfolgten Untersuchungen, die sich zum Ziel gesetzt haben, Beziehungen aufzuklären, die zwischen sinnvoll nach anatomisch-physiologischen Gesichtspunkten ausgewählten Körpermerkmalen und der Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Organismus bestehen.

In dieser Arbeit wurde an 74 gesunden und in weitgehend standardisierter Umwelt stehenden bunten deutschen Edelziegen die Beziehung zwischen der Volumengröße des milchgefüllten Ziegeneuters und der Milchleistung in über 200 Einzelmessungen untersucht.

Die Arbeit enthält:

a) Die an 18 exenterierten Eutern erfolgte Ermittlung des für derartige Untersuchungen günstigsten Eutermerkmals,

b) eine Beschreibung der GALL'schen Methode und der Wasserverdrängungsmethode zur direkten Bestimmung des Volumens eines milchgefüllten Euters an der lebenden Ziege,

c) die Prüfung der Meßgenauigkeit dieser neuen Methoden durch Vergleichsmessungen an 18 exenterierten Eutern,

d) die Beschreibung einer indirekten Methode zur Eutervolumenbestimmung durch Errechnung eines Indexwertes aus drei linearen Eutermaßen,

e) die Prüfung der Meßsicherheit durch Errechnung der Wiederholbarkeit der einzelnen Meßwerte,

f) die Untersuchung der bisher geäußerten Kritiken zu Eutergrößenmessungen am Rind,

g) die Ermittlung der Beziehung zwischen Eutergröße und Milchleistung in der 5., 10. und 20. Woche der Laktation mit Hilfe der GALL'schen und der linearen Eutermeßmethodik.

Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Am exenterierten Euter wurde eine Beziehung zwischen der Größe des milchgefüllten Euters und der

   Eutermilchmenge von $r = 0,7227$
   Tagesmilchmenge von $r = 0,7004$ und
   Laktationsabschnitts-
   milchleistung von $r = 0,7220$

   ermittelt.

2. Die Anwendbarkeit, Meßgenauigkeit und Meßsicherheit der neuen ausführlich beschriebenen Methoden zur Ermittlung des Volumens eines milchgefüllten Ziegeneuters am lebenden Tier wurden durch Vergleichsmessungen am exenterierten Euter und durch Berechnung der Wiederholbarkeit der Meßergebnisse als Intraklasskorrelation zwischen diesen Größen geprüft:

   $r = 0,9858$ GALL'sche Methode
   $r = 0,9952$ Wasserverdrängungsmethode

   Diese Werte beweisen die Brauchbarkeit der beiden Methoden.

3. Die Kritiken an den bisherigen Meßmethoden zur Bestimmung der Eutergröße beim Rind wurden unter den hier eingehaltenen Meßbedingungen für die neue Meßmethode als bedingt befunden.

4. Die Beziehungen zwischen der direkt bestimmten Größe des milchgefüllten Ziegeneuters und der Milchleistung ergaben - für die Gesamtzahl der Versuchstiere berechnet - hohe Korrelationskoeffizienten zwischen $r = 0,7654$ und $r = 0,8672$.

5. Die vergleichsweise dazu errechneten Beziehungen zwischen einem aus linearen Eutermaßen ermittelten Indexwert und der Milchleistung ergaben Korrelationskoeffizienten zwischen $r = 0,6374$ und $r = 0,8799$.

6. Die engste Beziehung zwischen der Größe des milchgefüllten Euters und der Milchleistung ergab sich in der 20. Woche der Laktation.

7. Abschließend wurde festgestellt, daß die Größe des Euters weitgehend von der darin befindlichen Milchmenge abhängt, unter der Voraussetzung, daß es sich um gesunde Drüseneuter handelt. Das bedeutet für die praktische Züchtung, daß zur Steigerung der Milchleistung unserer Tiere auf große Drüseneuter gezüchtet werden muß, wobei allerdings auf die Erfordernisse des Gehvermögens (BAUER 1955) und der Melkbarkeit geachtet werden sollte.

Am Ende dieser Arbeit ist es mir ein besonderes Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Dr. H. Bauer für die freundliche Überlassung des Themas, besonders aber für das mir jederzeit entgegengebrachte Vertrauen und sein Eintreten für das Zustandekommen der Arbeit in der vorliegenden Form, zu danken.

Herrn Dr. Gall danke ich für seine Unterstützung bei der Versuchsarbeit und die anleitenden Hinweise.

Ferner gilt mein Dank Herrn Dr. Dr. Bakels für seine mir stets gewährte Hilfsbereitschaft.

Fräulein Bode, Fräulein Meiner und Herrn Elze danke ich für ihre hilfsbereite Mitarbeit bei der technischen Gestaltung der Arbeit.

LITERATUR

Arzumanjan, E.A. (1938-1940) Zur Mikrostruktur der Milchdrüse. (Russ.)
Arb. Timirjazewskaja Land. Akad., Moskau, Probl. Tierzucht 12, 130
Ref.: Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 45, 367

Bauer, H. (1955) Zur Konstitutionspathologie des Euters. Züchtungskde. 27, 256

Blau, G. (1955) Beiträge zum Studium des Milchentzuges beim Rind.
Züchtungskde. 27, 120 und 180

Blau, G. (1961) Untersuchungen über den Verlauf der Laktationskurve.
1. Einfluß der Anfangsleistung und des Laktationsalters auf die Form der Laktationskurve und den Laktationsertrag.
Züchtungskde. 33, 161

Dachs, W. (1958) Untersuchungen über Form und Größe des Euters als Grundlage der Beurteilung.
Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 72, 1-32

Davydov, S.G., Fedotava, E.P. und Krasnokutskaja, A.I. (1939) Der Euterumfang bei Färsen als Selektionsmerkmal. (Russ.)
Arb. landw. Inst. Puskin IX, 7
Ref.: Züchtungskde. 16, 276, 1941

Duerst, J.U. (1931) Grundlagen der Rinderzucht.
Berlin: Springer

Eich, J. (1930) Untersuchungen über den Zusammenhang von Eutergröße und Art der Milchbildung unter besonderer Berücksichtigung der individuellen Euterkonstitution.

Eisenreich, L. und Mennicke, U. (1950) Der quantitative Verlauf der Milchbildung.
I. Versuche zur Nachprüfung der "Studie über den Mechanismus der Milchbildung von Dr. W. Fritz".
Milchwiss. 5, 140
II. Einfluß von Laktationsalter und Trächtigkeit.
Milchwiss. 5, 310, 362

Fauvet, E. (1950) Die Theorie der Laktation.
Arch. Gynäk. 178, 104

Feuersänger, H. (1931) Neue Wege in der Beurteilung der Milchleistungsfähigkeit des Rindes auf Grund äußerer Merkmale.
Züchtungskde. 6, 416

Filipovič, S. (1928) Über die sogenannte zweite Phase der Milchsekretion.
Milchwirtschaftl. Forsch. 6, 4

Fritz, W. (1948) Studie über den Mechanismus der Milchbildung.
Milchwiss. 3, 65 und 97

Furthmann (o. J.) Untersuchungen über die Vererbung und Zitzenform bei dem Deutschen Fleckvieh und Deutschen Braunvieh. Teil 2
Weihenstephan: Institut für Tierzucht der Techn. Hochschule München
(Schreibmasch. Vervielfält.)

Gall, Chr. Mitt. aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München (unveröffentlicht)

Garrison, E.R. and Turner, C.W. (1936) The effect of udder irrigation and milking interval on milk secretion.
Univ. Miss. Coll. Agric., Agric. Exper. Sta. Res. Bull. 234

Gerlach, D. (1951) Untersuchungen über die Milchergiebigkeit von Kühen bei verschiedenen Melkabständen im Verlauf mehrerer Laktationen (zugleich ein Beitrag zur Fritz'schen Hypothese der maximalen Euterkapazität).
Kiel: Diss. agr.

Glebina, E.I. (1956) Die Beschaffenheit des Kuheuters während der Laktation und der Trockenperiode. (Russ.)
Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. biol. (1), 116

Gowen, J.W. (1923) Relation betwenn the milk yield of one lactation and the milk yield of a subsequent lactation in Guernseys advanced registry cattle.
J. Dairy Sci. 6, 102

Gowen, J.W. and Tobey, F.R. (1927) Udder size in relation to milk secretion.
J. Gen. Physiol. 10, 949

Hellich, O. (1930) Wechselbeziehungen zwischen Euterform und Milchleistung.
Breslau: Diss. phil.

Hunold, P. (1959) Vergleichende histologische Untersuchungen über die Strukturverhältnisse der Milchdrüse in Beziehung zur Milchleistungsfähigkeit.
Hannover: Diss. Vet. Med.

Koch, W. (1949) Hormone und Hormontherapie in der Tiermedizin. 2. Aufl.
Stuttgart: Enke

Kollofrath, G.E. (1954) Untersuchungen an Eutern von 205 Fleckviehkälbern; ein Beitrag zur Frage, ob die spätere Milchleistung schon beim jungen Kalb zu erkennen ist.
München: Diss. Vet. Med.

Kon, S.K. and Cowie, A.T. (ed.) (1961) Milk: the mammary and its secretion. Vol. I New York, London: Academic Press

Krzywanek, Fr. und Brüggemann, H. (1930) Zum Studium der Milchsekretion. 1. Das Verhalten des Milchdruckes in einer Euterzitze während des Milchentzugs. Milchwirtsch. Forsch. 10, 369

Leightin, R.E. and Graves, R.R. (1947) The relation of inclination of rump to inclination of udder production ability and breeding efficiency. J. Dairy Sci. 30, 25

Lenfers, P. (1907) Zur Histologie der Milchdrüsen des Rindes. Zschr. Fleisch- u. Milchhyg. 17, 340, 383 und 424

Lindlmaier, H. (1954) Untersuchungen über die Vererbung der Form der Laktationskurve beim niederbayerischen Höhenfleckvieh, unter besonderer Berücksichtigung ihrer Vererbung durch den Bullen. München: Diss. Vet. Med.

Matthews, C.A., Swett, W.W. and Fohrman, M.H. (1949) Weight and capacity of the dairy cow udder in relation to producing ability, age, and stage of lactation. U.S. Dep. Agric., Techn. Bull. 989

Mosimann, W. (1949) Zur Anatomie der Rindermilchdrüse und über die Morphologie ihrer sezernierenden Teile. Bern: Diss. Vet. Med.

Petersen, W.E. and Ludwick, T.M. (1942) The humoral nature of the factor causing the let down of milk. Feder. Proc. 1, 66

Reinecke, E. (1925) Eutergröße und Milchleistung. Jena: Diss. phil.

Rhas'hodowa, W. (1930) Beiträge zum Studium des histologischen Baues der Milchdrüse bei den Rassen des Berg-, Kuban- und Kalmückenrindes im Nordkaukasus. Zschr. Züchtung B, 19, 450

Schmahlstieg, R. (1958/1959) Die Strukturverhältnisse der Milchdrüse des schwarzbunten Rindes und ihre Beziehungen zu Euter- und Leistungsmerkmalen. Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 72, 113 und 196

Smith, G. W. (1959) Physiology of lactation. 5th ed. Ames.: Iowa State Univ. Press

Snedecor, G. W. (1956) Statistical methods. 5th ed. Ames.: Iowa State Univ. Press

Sommer, O. A. (1961) Wichtige Form- und Funktionseigenschaften des Euters unter besonderer Berücksichtigung der Melkbarkeit. Züchtungskde. 33, 264

Swett, W. W., Miller, F. W., Graves, R. R. and Creech L, G. T. (1952) Quality, size, capacity, gross anatomy, and histology of cow udders in relation to milk production. J. Agric. Res. 45, 577

Tammen, K. F. (1953) Typ, Euter und Leistung als Hauptmerkmale ostfriesischer Rinderleistungskühe. Hannover: Diss. Vet. Med.

Tgetgel, B. (1926) Untersuchungen über den Sekretionsdruck und über das Einschießen der Milch im Euter des Rindes. Schweiz. Arch. Tierheilkde. 68, 335 und 369

Turner, C. W. (1935) The secretion of milk and the milking process.
Miss. Agric. Exper. Sta. Bull. 346

Ziegler, H. und Mosimann, W. (1960) Anatomie und Physiologie der Rindermilchdrüse.
Berlin, Hamburg: Parey

Zietschmann, O. (1926) Bau und Funktion der Milchdrüse.
In: W. Grimmer, Lehrbuch der Chemie und Physiologie der Milch. 2. Aufl.
Berlin: Parey

Zorn, W., Laub und Schäringer (1951) Ist die spätere Milchleistungsfähigkeit der Milchkuh schon beim vier Monate alten Rind an der Euterentwicklung festzustellen?
Mitt. Landesanstalt Tierzucht, Grub, 1951, (5/6), 14

Lebenslauf

Ich, Friedhelm Junge, wurde am 8. November 1930 als Sohn des Landwirts Ernst Junge und seiner Ehefrau Alma, geb. Hoberg, in Leisersdorf Krs. Goldberg (Schlesien) geboren.

Von 1937 bis 1941 besuchte ich die dortige Volksschule, von 1941 bis 1945 die Oberschule in Goldberg, von 1945 bis 1947 arbeitete ich in der Landwirtschaft und Tischlerei in Königshütte, Krs. Tirschenreuth. Von 1947 bis 1951 besuchte ich die Oberrealschule Marktredwitz, wo ich am 15. Juli 1951 die Reifeprüfung ablegte. Von 1951 bis 1953 absolvierte ich eine zweijährige landwirtschaftliche Lehrzeit im Krs. Einbeck und in Gießen, wo ich die landwirtschaftliche Gehilfenprüfung bestand. Von 1953 bis 1960 studierte ich an den Universitäten Gießen, Berlin und München Landwirtschaft und Veterinärmedizin und schloß diese Studien mit dem landwirtschaftlichen Diplomexamen und dem veterinärmedizinischen Staatsexamen ab. Als Veterinärpraktikant war ich im Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Tierärztlichen Fakultät der Universität München und bei Herrn Dr. H. FORSTER in Schleißheim tätig. Die Approbation erhielt ich im Januar 1961. Anschließend war ich im Schlachthof München als Beschautierarzt angestellt. Seit Juli 1961 arbeite ich im Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung der Universität München.